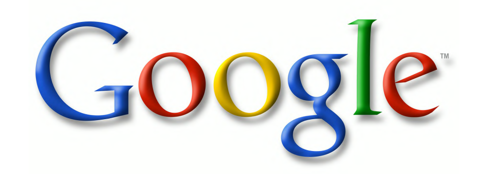
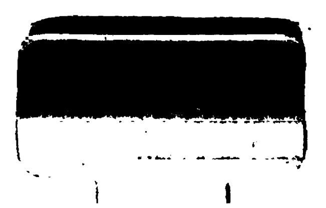
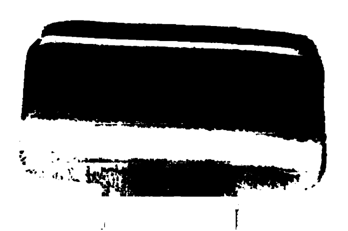

Google


QR
84
M3
UC-NRLF
$B 96 894
1902





Zur

Physiologie der Sporenbildung der Bacillen,

nebst

Bemerkungen zum Wachstum einiger Anaëroben.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

der

Hohen philosophischen Fakultät

der

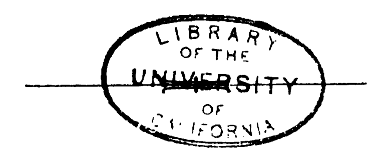
Vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Dr. med. Teïsi Matzuschita

Nippon.



Halle a. S.,

Hofbuchdruckerei von C. A. Kaemmerer & Co.

1902.

Seinen Eltern

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

(Aus dem botanischen Institut der Universität Halle a/S.)



Einleitung.

Die gewöhnliche Vermehrung der Bakterien besteht in der Zweiteilung der Zellen und der darauf folgenden Spaltung. Aufserdem ist vielen Spaltpilzen, vornehmlich den Stäbchenbakterien, auch eine Fortpflanzung durch Sporenbildung eigen.

Die Sporen sind morphologisch bestimmte charakterisierte Dauerzustände, die von Perty[1]) zuerst gesehen, von Pasteur[2]) und Billroth[3]) in ihrer Bedeutung gewürdigt und von F. Cohn[4]) in ihren Haupteigenschaften beschrieben worden sind. Cohn schreibt über die Sporenbildung beim Bacillus subtilis: »In ihrem homogenen Inhalt treten stark lichtbrechende Körperchen auf; aus jedem dieser Körperchen entsteht eine oblonge oder kurz cylindrische, starke, lichtbrechende, dunkel kontourierte Spore; in den Fäden findet man daher die Sporen in einfachen Reihen geordnet. Die Sporen sind jedoch fähig, in frischen Nährlösungen zur vegetativen Wuchsform wieder auszukeimen.«

1) Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen, 1852, S. 181.

2) Pasteur, S. Hueppe, Formen der Bakterien, 1886. S. 113.

3) Billroth, Vegetationsformen von Kokkobacteria Septica, Berlin 1874.

4) Cohn, Beitrag zur Biologie der Pflanzen, Bd. II, S. 263. 1876

Die Bildung der Sporen erfolgt immer endogen, d. h. im Leibe der Bakterienzelle, aber in verschiedener Weise: der gewöhnliche Modus ist der, dafs an einem Punkte des Stäbchens ein glänzendes Körnchen auftritt, das sich allmählich vergröfsert und schliefslich zur Gröfse der Spore heranwächst. Oder es treten mehrere Körnchen auf, die zuletzt zu der Sporenanlage verschmelzen oder endlich bildet sich in der Zelle ein Körper, der die Gröfse der künftigen Spore hat, aber zuerst blafs ist und erst allmählich den Glanz derselben erreicht.

Nach der Ausbildung der Spore hört gewöhnlich die Mutterzelle zu leben auf; sie ist nur noch ein leerer Schlauch, der zerfällt und die Spore frei läfst. Kam die Sporenbildung an der Oberfläche von Flüssigkeiten in einer Haut zu stande, so sinken die Sporen als weifses Pulver zu Boden (Brefeld[1]). Klein[2]) hat dagegen beobachtet, dafs die Mutterzelle nach Bildung der fertigen Spore noch eine Zeitlang ihre Lebenskraft behält.

Durch sehr beträchtliche Widerstandsfähigkeit gegen Schädlichkeiten (Hitze, Trockenheit, Chemikalien) ausgezeichnet, stellen die Sporen so eine Dauerform dar, welche der Erhaltung der Art dient.

Die Bedingungen, unter denen die Sporen entstehen, sind bisher nur bei einigen aëroben Bakterien von verschiedenen Forschern untersucht worden.

In der folgenden Arbeit handelt es sich um die endogene Sporenbildung der Bakterien, besonders der Anaëroben.

Mein eigentliches Thema wird in folgenden Abschnitten behandelt:

I. Die Methode der Untersuchung.
II. Das Wachstum einiger Anaëroben auf Schrägagar und Plattenkultur.
III. Die entscheidende Veranlassung der Sporenbildung.
IV. Die allgemeinen Bedingungen der Sporenbildung.
V. Zusammenfassung.

---

1) Brefeld, Bacillus subtilis, Untersuchungen über Schimmelpilze, IV, 1881.

2) Klein, Centralblatt f. Bakteriologie etc., Bd. VII, S. 440.

I. Die Methode der Untersuchung.

Ich gliedere den Inhalt des Abschnittes in folgende Kapitel:

A. Die Züchtung der Anaëroben.
B. Die Bestimmung der Sauerstoffmenge.
C. Der Nachweis der Sporen.
D. Die Zubereitung der Nährböden.

A. Die Züchtung der Anaëroben.

Pasteur gebührt das Verdienst, die anaëroben Mikroorganismen entdeckt zu haben. Im Jahre 1861 machte er bekannt, dafs bei der Milchfermentation die Buttersäure durch Einwirkung des Butterferments entstehe, eines lebenden Wesens, das sich bewege und sich auf die gleiche Weise wie die Vibrionen fortpflanze. Die Eigenschaften, ohne freien Sauerstoff leben zu können und als Ferment zu wirken, zeichnen nach Pasteur den Vibrio der Buttersäuregärung vor allen anderen niederen Wesen des Pflanzen- und Tierreiches aus. Die anaëroben Mikroorganismen sind darin den aëroben ganz ähnlich, dafs sie der gleichen Elemente für den Aufbau ihrer Zellen bedürfen; aber sie unterscheiden sich von ihnen dadurch, dafs sie im allgemeinen nicht des freien Sauerstoffes für ihr Leben bedürfen; soweit er für die Ernährung notwendig ist, beziehen sie ihn aus sauerstoffhaltigen Verbindungen.

Bei seinen Kulturen anaërober Mikroorganismen in flüssigen Nährböden, aus denen er mit Hilfe einer Quecksilberpumpe die Luft entfernte, konnte er die verschiedenen Species weder isolieren, noch ihren Charakter studieren.

Reine Kulturen von Anaëroben konnte man erst erzielen, nachdem Koch in die bakteriologische Technik Kulturmethoden mit Hilfe solider und durchsichtiger Nährböden eingeführt hatte. Liborius[1]) war der Erste, welcher beim Studium der Anaëroben die von Koch eingeführten Kulturmethoden angewendet hat. Er schreibt: »Die Isolierung erfolgte durch Züchtung in festen

1) Liborius, Beiträge zur Kenntnis des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien. Zeitschrift für Hygiene, Bd. I, S. 115.

Nährsubstraten, die in hohe und breite Schälchen eingegossen waren, und durch nachfolgende Zerlegung der massiven Klötze von Nährgelatine oder Nähragar, oder durch Kultivierung in niedrigen, aber in mit Wasserstoff erfüllten Apparaten aufbewahrten Schälchen.

Obgleich später Gruber[1]), Fraenkel[2]), Lüderitz[3]) etc. über die anaëroben Mikroorganismen Arbeiten veröffentlicht haben, ist ein weiterer Fortschritt erst durch die Arbeiten Kitasatos[4]), welcher den Tetanusbacillus und Rauschbrandbacillus rein kultiviert hat, zu verzeichnen.

Viele Methoden sind für die Untersuchung der Anaëroben erdacht worden, aber die bisher angestellten Kulturversuche erstreckten sich meist auf die Herstellung von Gelatine-, Agar-, Bouillonhöhenschicht- und Plattenkulturen, und so konnten lange Zeit auf Kartoffeln oder schrägem Agar Kulturversuche nicht gemacht werden.

Nachdem Penzo[5]) zuerst den Bacillus des malignen Ödems auf schräg erstarrtem Agar in Wasserstoffatmosphäre gezüchtet hatte, beobachtete W. Voteller[6]) das Wachstum des Bacillus des malignen Ödems, des Rauschbrandbacillus, des Bacillus Tetanus und Bacillus pseudotetanus Tavel auf schräg erstarrtem Agar und schlofs daraus, dafs die Kultur der pathogenen obligaten Anaëroben auf Schrägagar absolut sicher nur in vollständig sauerstofffreiem Medium gelingt.

---

1) Gruber, Eine Methode der Kultur anaërobischer Bakterien, nebst Bemerkungen zur Morphologie der Buttersäuregärung. Centralblatt f. Bakteriologie, Bd. I, S. 367.

2) Fraenkel, Über die Kultur anaërober Mikroorganismen. Centralblatt f. Bakteriologie etc., Bd. III, S. 735—763.

3) Lüderitz, Zur Kenntnis der anaëroben Bakterien. Zeitschrift für Hygiene, Bd. V, S. 141.

4) Kitasato, Über den Tetanusbacillus. Zeitschrift für Hygiene, Bd. VII, S. 223.

5) Penzo, Beitrag zum Studium der biologischen Verhältnisse der Bacillen des malignen Ödems. Centralblatt f. Bakteriologie, Bd. X, S. 822.

6) Votteler, Über die Differentialdiagnose der pathogenen Anaëroben durch die Kultur auf Schrägagar und durch ihre Geifseln. Zeitschrift für Hygiene, Bd. XXVII, S. 480.

Für die Anaërobenkultur wurden im Laufe der Zeit zahlreiche, mehr oder weniger komplizierte Verfahren bekannt gegeben, die mit geringen Ausnahmen alle auf der Herstellung eines sauerstofffreien Mediums beruhen, was man durch die verschiedenartigsten Manipulationen zu erreichen gesucht hat und zwar:

1. Durch Hemmung des Luftzutrittes.
2. Durch Zusatz von reduzierenden Substanzen zu den Nährböden.
3. Durch Absorption des Sauerstoffes durch alkalische Pyrogallollösung.
4. Durch Auspumpen der Luft.
5. Durch Verdrängen der Luft durch Gase.
6. Durch Mischkultur mit Aëroben (Anwesenheit von Luft).

1. Hemmung des Luftzutrittes.

Diese Methode beruht darauf, den Zutritt des Luftsauerstoffes zum Nährboden auszuschliefsen oder wenigstens in hohem Grade zu erschweren. Dieser Zweck läfst sich auf die folgenden Weisen erreichen:

a) Durch die sog. Höhenschichtung.

Die Höhenschichtkultur des Agars wurde von Hesse[1]) eingeführt und von Liborius[2]) später noch vervollkommnet. Diese Kulturmethode ist wohl die heutzutage am meisten gebräuchliche und einfachste und wird mit gutem Erfolg angewandt.

Aufserdem wandte man Bouillonhöhenschichtkultur (von Kitt[3]), Kartoffelstichkultur (von Gaffky[4]) und Eierkultur (von Hueppe) an, um Anaëroben zu züchten.

1) Hesse, Über Züchtung der Bacillen des malignen Ödems. Deutsche Med. Wochenschrift, Bd. XI, Nr. 14, S. 214, 1885.

2) Liborius, Beiträge zur Kenntnis des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien. Zeitschrift f. Hygiene, Bd. I, S. 115.

3) Kitt, Die Züchtung des Rauschbrandbacillus bei Luftzutritt. Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. XVII, S. 168.

4) Gaffky, Mitteilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, Bd. I.

b) Durch Aufschichtung von Substanzen, die Sauerstoff schwer durchlassen.

Schon 1861 verfiel Pasteur darauf, den Kulturboden mit einer Ölschicht zu bedecken, und diese Methode wurde später von Liborius u. a. angewandt. Später benutzten verschiedene Forscher zum Bedecken der Agarhöhenschichtkultur statt der Ölschicht noch eine weitere Schicht von Gelatine oder Agar (Jensen und Sand[1]) oder Paraffin (Babes und Puscarin[2]), Kasparecke[3]) u. a.)

Die Anwendung von Glimmerplättchen für Gelatineplatten wurde von Koch 1884 vorgeschlagen, allein Liborius wies nach, dafs dies bei obligaten anaëroben Bakterien wenig oder gar nicht vorteilhaft sei. Statt der Glimmerplättchen verwandte später Sanfelice[4]) sterilisierte Glasplatten, Liborius[5]) eine 1,5 cm tiefe Extraschicht von Agar. Letzterer erreichte auf diese Weise die Züchtung von Bacillen des malignen Ödems, was ihm vorher bei Benutzung von Wasserstoff nicht gelungen war.

Die Rollkulturmethode wurde zur Erlangung von Kolonien anaërober Bakterien von Esmarch empfohlen. Zu diesem Zwecke werden Gelatine oder Agar eingeimpft und die Verdünnung wie gewöhnlich bewerkstelligt. Der Nährboden wird dann auf der Innenseite der Röhre in einer dünnen Schicht zum Erstarren gebracht, und nach Erkaltung wird die Röhre mit flüssiger Gelatine oder Agar gefüllt.

Roux[6]) verwandte ausgezogene Glasröhren, welche mit Gelatine gefüllt wurden. Nach der Impfung werden sie an den Enden zugeschmolzen.

---

1) Jensen und Sand, Über malignes Ödem beim Pferde. Centralblatt f. Bakteriologie, Bd. I, S. 265.

2) Babes und Puscarin, Versuche über Tetanus. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. VIII, S. 74.

3) Kasparecke, Ein einfacher Luftabschlufs flüssiger Nährböden beim Kultivieren anaërober Bakterien. Centralbl. f. Bakteriologie, Bd. XX, S. 536.

4) Sanfelice, Untersuchungen über anaërobe Mikroorganismen. Zeitschrift für Hygiene, Bd. XIV, S. 339.

5) Liborius, Beiträge zur Frage von dem Wachstum der anaëroben Bakterien in festen Substraten. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. V S. 713.

6) Roux, Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. II, S. 327.

2. Zusatz von reducierenden Substanzen zum Nährboden.

Liborius[1]) entdeckte den fördernden Einflufs des Zuckers auf das Wachstum der Anaëroben. Auch Smith[2]) und Babes und Puscarin[3]) wiesen nach, dafs ein Zuckerzusatz zum Nährboden von Vorteil, in manchen Fällen sogar unbedingt notwendig ist. Novy[4]) und Braatz[5]) sahen im Thermostaten in flüssiger 10proz. Gelatine und 2proz. Traubenzucker die Anaëroben in tiefer und mittlerer Schicht stets und in 2 proz. Gelatinebouillon mit gleichem Traubenzuckerzusatz wenigstens den Bacillus des malignen Ödems und den Rauschbrandbacillus meist wachsen.

Nach Kitasato und Weyl[6]) ist es die reduzierende Wirkung des Zuckers, welche die Anaëroben befähigt, sich zu vermehren, obwohl beide Autoren in einer Anmerkung zugeben, dafs der Zucker vielleicht auch als Nährsubstanz dienen kann. Von ersterem Gesichtspunkte ausgehend, prüften sie das Wachstum der Anaëroben bei Zusatz von reduzierenden Substanzen zum Nährboden und fanden, dafs gewisse Substanzen, wie salzsaures Hydroxylamin, salzsaures Phenylhydrazin u. s. w. entwicklungshemmend einwirken, andere dagegen, wie Resorcin, Hydrochinon, Pyrogallol, ameisensaures Natron, indigo-schwefelsaures Natron u. s. w. wachstumfördernd.

Nakagawa schreibt in seinen »Vorlesungen über das Studium der Infektionskrankheiten« (Japanisch: Densenbyo kenkyu kōgi) Bd. I, dafs bei gewöhnlichen Nährböden die Zugabe von 1—2% Traubenzucker, 4—5% Glycerin, 0,1% Pyrogallussäure, 0,1% Hydrochinon und 0,1% Eikonogen sehr begün-

---

1) Liborius, Beiträge zur Kenntnis des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien. Zeitschrift für Hygiene etc., Bd. I, S. 115.

2) Smith, Über die Bedeutung des Zuckers in Kulturmedien bei Bakterien. Centralblatt f. Bakteriologie etc., Bd. 18, S. 1.

3) Babes und Puscarin, s. o.

4) Novy, Die Kultur anaërober Bakterien. Centralblatt f. Bakteriologie, Bd. 14, S. 597.

5) Braatz, Einiges über die Anaërobiose. Centralblatt f. Bakteriologie, Bd. XVII, S. 737.

6) Kitasato und Weyl, Zur Kenntnis der Anaëroben. Zeitschrift für Hygiene, Bd. VIII, S. 41.

stigend auf das Wachstum der Anaëroben, besonders des Tetanusbacillus gewirkt haben soll.

Ferner fand Novy[1]) einen Zusatz von Lackmus, wie er zuerst von Buchner[2]) empfohlen wurde, zum Nährboden für Anaëroben als geeignet.

3. Absorption des Sauerstoffes durch alkalisches Pyrogallol.

Alle auf diesem Prinzip basierten Verfahren gehen von der Thatsache aus, dafs eine alkalische Pyrogallollösung begierig Sauerstoff aus der Luft aufnimmt. Diese Methode wurde zum ersten Male von Nencki[3]) zum Beweise der Existenz anaërober Organismen verwendet. Eine praktische Anwendung wurde jedoch erst von Buchner gemacht. Er brachte die Kulturröhre in eine gröfsere, oben mit einem Kautschukpfropfen verschlossene Glasröhre, auf deren Boden sich eine gröfsere Menge alkalischer Pyrogallollösung befand zur Absorption des vorhandenen Sauerstoffes. Auf ähnliche Weise wenden Liborius[4]), Babes und Puscarin, Novy[5]), Zettnow[6]), Lubinski[7]) u. a. ebenfalls die Buchnersche Methode an.

Niciforoff[8]) und Braatz[9]) nutzten diese Eigenschaft des Pyrogollals für die Kultur der Anaëroben im hängenden Tropfen aus.

---

1) Novy, Die Kultur anaërober Bakterien. Centralblatt f. Bakteriologie, Bd. XIV, S. 581.

2) Buchner, Eine neue Methode zur Kultur anaërober Bakterien. Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. IV, S. 149.

3) Nencki, Die Anaërobiosefrage. Archiv für gesamte Physiologie, Bd. XXXIII, S. 1.

4) Liborius, Centralblatt f. Bakteriologie etc., Bd. V, S. 713.

5) Novy, Die Plattenkultur anaërober Bakterien. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. XVI, S. 566.

6) Zettnow, Ein Apparat zur Kultur anaërober Bacillen. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. XV. S. 538.

7) Lubinski, Zur Methodik der Kultur anaërober Bakterien. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. XVI, S. 20.

8) Niciforoff, Ein Beitrag zu den Kulturmethoden der Anaëroben. Zeitschrift f. Hygiene, Bd. VIII, S. 489.

9) Braatz, Eine neue Vorrichtung zur Kultur von Anaëroben in hängenden Tropfen. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. VIII, S. 520.

Zur Gewinnung von Plattenkulturen konstruierten Trambusti[1]) und Arens[2]) einen besonderen Apparat, indem sie den Boden eines Exsiccators mit Quarzsand und Pyrogallussäure bestreuten und sodann 10 proz. Kalilauge daraufgossen.

4. Auspumpen der Luft.

Seit Pasteur, Joubert und Chamberland das Prinzip der Vacuumkultur angewandt hatten, empfahl Gruber[3]) folgendes Verfahren. Man verwendet grofse Reagenzgläser mit verengten Hälsen. Nach der Impfung wird die Röhre mit einer Luftpumpe oder einem Aspirator verbunden und schliefslich in der Flamme eines Bunsenbrenners oder einer Gebläslampe zugeschmolzen. Sodann breitet man die Gelatine nach Esmarch aus.

Tizzoni, Cattani und Baquis[4]) nehmen die Züchtung von Tetanusbacillus auf Gelatine-, Agar- und Blutserumplattenkulturen unter einer Glocke im Vacuum vor.

Penzo[5]) benutzt bei der Kultur des Bacillus oedematis maligni aufser dem Vacuum noch Wasserstoff. Das Vacuum wird überhaupt häufig neben Wasserstoff und auch neben Pyrogallol angewendet.

5. Verdrängen der Luft durch Gase.

Trotzdem einige Forscher zur Verdrängung der Luft aus dem Kulturgefäfs Kohlensäure, Leuchtgas (von Würtz und Foureur) u. a. empfohlen haben, wird bei sämtlichen heute gebräuchlichen Methoden als Verdrängungsmittel Wasserstoff angewendet. Den ersten Versuch, sich der gewöhnlichen Röhrenkultur zu nähern,

1) Trambusti, Über einen Apparat zur Kultur der anaëroben Mikroorganismen auf festem durchsichtigen Nährmittel. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. XI, S. 623.

2) Arens, Eine Methode zur Plattenkultur von Anaëroben. Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. XV., S. 15.

3) Gruber, Eine Methode zur Kultur anaërober Bakterien, nebst Bemerkungen zur Morphologie der Buttersäuregärung. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. I, S. 367.

4) Tizzoni, Cattani und Baquis, Bakteriologische Untersuchungen über den Tetanus. Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. VIII, S. 49.

5) Penzo, Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. X, S. 822.

machte Hauser[1], indem er Reagenzgläser mit zwei seitlichen Ansatzröhren benutzte, durch welche er das Gas dem flüssigen Nährboden zuleitete, und dann die Röhren abschmolz. Diese Röhren wurden von Liborius[2]) verbessert.

Fraenkel[3]) verwendete gewöhnliche, ziemlich weite Reagenzgläschen und verschlofs sie mit einem doppelt perforierten Kautschukpfropfen, durch welche zwei rechtwinklig gebogene Glasröhren führen. Eine dieser Röhren geht bis auf den Boden des Tubus, die andere nur bis unter den Pfropfen. Nachdem durch den noch flüssigen Nährboden Wasserstoff durchgeleitet ist, schmilzt man die Zuleitungsröhren ab und paraffiniert den Kautschukpfropfen.

Ogata[4]) verwendete ein mit Nährgelatine oder Nähragar gefülltes, mit einem Wattepfropf verschlossenes sterilisiertes Reagenzrohr, das am Halse dicht unter dem Wattepfropf durch eine Gebläslampenflamme enger und länger ausgezogen ist als das Rohr von Liborius. Durch den Baumwollpfropf wird eine sterile Kapillarröhre bis zum Boden des Reagenzröhrchens eingefügt und durch diese dann das Gas durch den flüssigen Nährboden geleitet, hierauf wird das Reagenzrohr zugeschmolzen.

Kitasato verwandte bei seinem Studium des Tetanusbacillus für Plattenzwecke einen Apparat, welcher flaschenförmig und mit dem ziemlich weiten Halse nach oben gekehrt ist. Auf der oberen Fläche, nahe dem weiteren Ende, befindet sich eine enge Glasröhre, welche zur Verbindung mit der nächsten Schale dient. Diese Schalen werden sterilisiert, dann giefst man die zuvor eingeimpfte Gelatine bezw. Agar ein und läfst dieselben am Boden in der gleichen Weise wie in einem Petrischälchen fest werden. Sodann werden sie verbunden und es wird Wasserstoff hindurchgeleitet. Nach Verdrängung der gesamten Luft werden die Enden

---

1) Hauser, Über Fäulnisbakterien. Leipzig 1885.

2) Liborius, Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. V, S. 713.

3) Fraenkel, Über die Kultur anaërober Mikroorganismen. Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. III, S. 763.

4) Ogata, Einfache Bakterienkultur mit verschiedenen Gasen. Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. XI. S. 621.

jeder Flasche sicher verklammert, mit Paraffin versiegelt und die Flaschen zur Entwicklung weggesetzt.

Aufserdem verwendete Sternberg, Roux, Brieger, Fuchs[1]), Roth[2]), Blücher[3]), Hesse[4]), Botkin[5]), van Senus[6]), Kamen[7]), Novy[8]), Votteler[9]), Migula[10]) u. a. verschiedene Apparate für Plattenkultur und Röhrenkultur. Der von Botkin empfohlene Apparat, welcher heutzutage am meisten gebräuchlich ist, besteht aus einer Glasglocke und einer Glasschale, welche mit flüssigem Paraffinoel aus gefülltwird, durch das die beim Einleiten von Wasserstoff verdrängte Luft entweicht.

Der wegen der Unhandlichkeit des Botkinschen Apparates von mir[11]) empfohlene Apparat besteht aus einer auf einer Glasplatte stehenden Glasglocke, auf der sich oben ein Ansatzrohr mit Hahn befindet. Die Glasplatte ruht auf einem Dreifufs und hat in ihrer Mitte die Abströmungsöffnung, an welche ein durch einen Hahn verschliefsbares Glasrohr angesetzt ist. Um die Entweichung des aufgenommenen Wasserstoffes zu verhindern, werden

1) Fuchs, Ein anaërober Eiterungserreger. Centralblatt f. Bakteriologie, Bd. VIII, S. 11.

2) Roth, Über ein einfaches Verfahren der Anaërobenzüchtung. Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. VIII, S. 223.

3) Blücher, Eine Methode zur Plattenkultur anaërober Bakterien, Centralblatt für Bakteriologie, etc., Bd. IX, S. 292.

4) Hesse, Ein neues Verfahren zur Züchtung anaërober Bakterien. Zeitschrift für Hygiene, Bd. XI, S. 237; Züchtung der Anaëroben bei Luftabschlufs. Baumgartens Jahresberichte, Bd. VII, S. 594.

5) Botkin, Über neuen Bacillus butyricus. Zeitschrift für Hygiene, Bd. 11, S. 421.

6) van Senus, Zur Kenntnis der Kultur anaërober Bakterien. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. XII, S. 144.

7) Kamen, Eine einfache Kulturschale für Anaëroben. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. 12, S. 296.

8) Novy, Die Kultur anaërober Bakterien. Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. XIV, S. 591.

9) Votteler, Über die Differentialdiagnose der pathogenen Anaëroben etc., Zeitschrift für Hygiene, Bd. XXVII, S. 490.

10) Migula, Über einen neuen Apparat zur Plattenkultur von Anaëroben. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. XIX, S. 894.

11) Matzuschita, Untersuchungen über die Mikroorganismen des menschlichen Kotes. Archiv für Hygiene, Bd. 41, Heft 3.

Glockenrand und beide Hähne vor dem Gebrauche mit Mischwachs beschmiert und Glocke und Glasplatte in möglichst enge Berührung gebracht.

Nikiforoff[1]) bediente sich des Dampfes von destilliertem Wasser, um die Luft aus den Röhren, welche an einer Seite geschlossen, an der anderen offen waren, zu vertreiben. Nachdem dies geschehen, füllte er sie mit Gelatine und schlofs sie über der Flamme. Um die Impfung mit den Anaëroben vorzunehmen, bricht er ein Ende der Röhre ab und schliefst sie nach der Impfung wieder.

6. Mischkultur mit Aëroben (Anwesenheit von Luft).

Als notwendige Lebensbedingung für streng anaërobe Bakterien galt bis in die letzte Zeit allgemein die völlige Abwesenheit von Sauerstoff, und das Wachstum von Anaëroben in Gemeinschaft mit Aëroben wurde auch bei ungehindertem Zutritt der atmosphärischen Luft schon von Pasteur so erklärt, dafs durch die Aëroben der Sauerstoff in der betreffenden Nährflüssigkeit bis auf das letzte Atom aufgezehrt und damit für die Anaëroben in der That ein von Sauerstoff freies Medium geschaffen würde.

Penzo[2]) zeigte bei der Züchtung von Bacillen des malignen Ödems, dafs dieselben bei gleichzeitiger Impfung mit dem Bacillus prodigiosus und Proteus vulgaris, auch bei Anwesenheit von Sauerstoff wuchsen. Auf demselben Prinzip des Sauerstoffverbrauches durch einen Aëroben beruht der Versuch von Roux[3]) mit Bacillus subtilis.

Ähnlich dem Versuche von Penzo ist der von Kedrowski[4]). Seine Versuche, welche diese Behauptung erweisen sollten, waren im wesentlichen folgende. In gewöhnlicher Bouillon und $1^1/_2$ proz.

1) Nikiforoff, Ein Beitrag zu den Kulturmethoden der Anaëroben. Zeitschrift für Hygiene, Bd. VIII, S. 489.

2) Penzo, Beitrag zum Studium der biologischen Verhältnisse des Bacillus des malignen Ödems. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. X, S. 824.

3) Roux, Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. II, S. 327.

4) Kedrowski, Über die Bedingungen, unter welchen anaërobe Bakterien auch bei Gegenwart von Sauerstoff existieren können. Zeitschrift für Hygiene etc., Bd. XX, S. 358.

Zuckerbouillon bei Zutritt von Sauerstoff impfte er gleichzeitig aërobe (Bacillus prodigiosis, Bacillus pyocyaneus, Sarcina flava, Sarcina aurantiaca, Mikrococcus agilis, weifse Hefe etc.) und anaërobe (das von ihm selbst isolierte Clostridium butryricum und den Tetanusbacillus) Bakterien. Nach bestimmter Zeit hatten sich gleichzeitig beide Bakterien entwickelt. Auf schräg erstarrtem Agar bei Zutritt von Sauerstoff impfte er ebenfalls gleichzeitig aërobe (Bacillus prodigiosus etc.) und anaërobe Bakterien und legte die Röhrchen dann im Brütschrank horizontal, so dafs die Agarrohrfläche mehr oder weniger mit dem Kondensationswasser bedeckt war. Nach 24—48 Stunden hatten sich an den feuchten Stellen gleichzeitig die Aëroben und Anaëroben entwickelt, während an den trockenen nur die Aëroben zum Wachstum gelangt waren. Kedrowsky schliefst daraus, dafs allen aëroben Bakterien die Eigenschaft zukommt, durch ihre Gegenwart das Wachstum der Anaëroben auch bei Gegenwart von Sauerstoff zu ermöglichen. Selbst beim Durchleiten von Sauerstoff durch solche Mischkulturen wurde das Wachstum nicht gehemmt. Im Gegensatz zur Lehre Pasteurs erklärt er das Wachstum der Anaëroben bei ungehindertem Luftzutritt, das sich in Mischkulturen mit aëroben Bakterien beobachten läfst, nicht in der Weise, dafs die Aufzehrung des Sauerstoffes durch die Aëroben in Bakteriengemischen den Anaëroben die Existenz ermögliche, sondern dafs von den Aëroben »Fermente« d. h. noch unbekannte, in Wasser lösliche Stoffwechselprodukte ausgeschieden werden, welche die Anaëroben auch bei Anwesenheit von Sauerstoff gedeihen lassen.

Der zweite Versuch Kedrowskis, in den keimfreien Filtraten von Bouillonkulturen aërober Bakterien Anaërobe bei Luftzutritt zu züchten, schlug fehl, was Kedrowski damit erklären will, dafs sein Ferment das Filter offenbar nicht zu passieren vermöge. Wurden jedoch aërobe Agarkulturen vorsichtig getrocknet, durch Chloroformdämpfe abgetötet, dann mit Traubenzuckerbouillon übergossen und endlich mit Anaëroben geimpft, so konnte er nach 2—3 Tagen eine Vermehrung der Anaëroben konstatieren.

E. van Ermengen[1]) erwähnt, dafs sein streng anaërober Bacillus der Fleischvergiftung zwar in Bouillon mit dem Mikrococcus tetragenus zusammen üppig gedeihe, in den Filtraten und Stoffwechselprodukten des letzteren aber nicht zur Entwicklung gelange.

W. Scholtz[2]) beschäftigt sich aus demselben Grunde mit der Frage, ob die Anaëroben (Tetanusbacillus, Bacillus des malignen Ödems, Rauschbrandbacillus und Bacillus der Fleischvergiftung von van Ermengen) in Bouillonkultur bei ungehindertem Luftzutritt nur mit bestimmten Aëroben (Streptokokken, Staphylokokken, 2 Mikrokokken, mehreren Sarcinen und Hefen, 12 Bacillen, 2 Vibrionen, 1 Spirille, Actinomycespilz) zusammen zu gedeihen vermögen. In allen Fällen hat er eine zweifellose Entwicklung jener Anaëroben konstatieren können. Der genannte Forscher schliefst daraus folgendes:

In der Regel ist das Wachstum ein sehr ergiebiges und reichlich so schnell wie in reiner Wasserstoffatmosphäre. Dabei geht die Vermehrung der Aëroben voraus, und erst bei einer gewissen Entwicklungsstufe derselben beginnen auch die Anaëroben sich zu vermehren, um dann aber weiterhin im allgemeinen mit den Aëroben Schritt zu halten. In Gemeinschaft mit üppig wachsenden Aëroben, wie z. B. dem Typhusbacillus, dem Bacterium coli und dem Choleravibrio nimmt die Entwicklung der Anaëroben bereits nach 12 bis 15 Stunden ihren Anfang und nach 24 bis 48 Stunden sind Sporen gebildet. Langsamer erfolgt das Wachstum zusammen mit Streptokokken, Diphtheriebacillen, Milzbrandbacillen und anderen aëroben Bakterienarten, die selbst relativ langsam gedeihen und Bodensätze bilden, oder bei denen die Vermehrung bereits nach mäfsiger Entwicklung aufhört. Noch langsamer vollzieht sich das Wachstum in Gemeinschaft mit dem Actinomycespilz und dem Tuberkelbacillus. Es finden in diesen Fällen die Anaëroben offenbar nur in unmittel-

---

1) E. van Ermengen, Über einen neuen Bacillus der Fleischvergiftung. Zeitschrift für Hygiene, Bd. XXVI, S. 1.

2) Scholtz, Über das Wachstum anaërober Bakterien bei ungehindertem Luftzutritt. Zeitschrift für Hygiene, Bd. XXVII, S. 132.

barer Nähe der Aëroben die Bedingungen zu ihrer Entwicklung. Das Alter der aëroben Kultur scheint für das Wachstum der Anaëroben ziemlich belanglos zu sein.

Votteler [1]) hat nach den Kedrowskischen Beobachtungen einen Kulturversuch mit malignem Ödem, Rauschbrand, und Tetanus mit Hilfe von Aëroben gemacht, aber seine Versuche blieben immer resultatlos.

7. Die von mir angewandte Versuchsmethode.

Meine Versuche mit verschiedenen Nährböden begann ich zunächst nach den oben beschriebenen, verschiedenen Verfahren. Es wurden mit vielen Methoden wiederholt resultatlos verlaufende Versuche angestellt; nur bei folgenden fünf Verfahren fand ich immer positive Ergebnisse. Zur Untersuchung der Sporenbildung nahm ich aber keine Agarhöhenschichtkultur.

a. Misch-Bouillon oder Agarstrichkultur mit lebenden Aëroben.
b. Agarhöhenschichtkultur.
c. Plattenkultur in meinem Apparat (unter Wasserstoff).
d. Die Wasserstoffkultur in der Reagenzröhre.

Ich nahm ebenso wie Fraenkel, ein 1,5 cm breites und 17,0 cm langes Reagenzgläschen und verschlofs es mit einem Gummi- oder Korkpfropfen, durch welchen zwei gebogene, kleine, mit engem Hals versehene Glasröhrchen führen. Eine dieser Röhren ging durch das Nährmedium bis auf den Boden des Reagenzgläschens, die andere reichte nur bis unter den Pfropfen. Die Wasserstoffeinleitung spielt freilich eine sehr hervorragende Rolle, so dafs auf sie ein besonderes Augenmerk zu richten ist. Wenn man, wie Fraenkel schreibt, nur einmal durch eine lange Röhre den Wasserstoff durchleitet, hiernach die Zuleitungsröhren abschmilzt und schliefslich den Pfropfen paraffiniert, findet die Entwicklung der Anaëroben öfters nicht statt. Bei folgenden Verfahren fand ich aber immer üppige Entwicklung der Anaëroben. Nach der Impfung wird mit einer langen Röhre durch den noch flüssigen Nährboden ca. 5 Minuten lang reiner Wasser-

1) Votteler, s. o.

stoff geleitet und dann diese Röhre bis an die Oberfläche des Nährbodens heraufgezogen; dann schliefst man ganz dicht mit Paraffin den Pfropfen ab. Mit einer zweiten kurzen Zuleitungsröhre wird nun reiner Wasserstoff so lange (ca. 10 Minuten lang) durchgeleitet, bis durch die andere lange Röhre nur reiner Wasserstoff entweicht. Alsdann schmilzt man mittels Gasflamme die lange Röhre an ihrem engen Halse zu. Nachdem man sich überzeugt hat, dafs keine Öffnung mehr vorhanden ist, also kein Wasserstoff mehr entweichen kann, wird auch die kurze Röhre, welche mit dem Kippschen Apparat verbunden ist, an ihrem engen Halse verschlossen.

Bei den Versuchen mit Agar- oder Gelatinestrichkulturen mufs man zuerst den Pfropfen paraffinieren und nur mittels kurzer Zuleitungsröhre mindestens 30 Minuten lang den Wasserstoff einleiten. Nach dem Verdrängen aller Luft werden beide Zuleitungsröhren (erst die lange, dann die kurze) zugeschmolzen.

e. Die Vacuumkultur (Auspumpen der Luft).

Hierzu benutzte ich eine Wasserluftpumpe. Mit dem Vacuum war bekanntlich ein absolut luftleerer Raum nicht zu gewinnen, deswegen nahm ich oft nach Penzo aufser dem Vacuum noch Wasserstoff oder pumpte oft mit Wasserstoff verdünnte Luft aus. Für diesen Zweck und gleichzeitig um die Sauerstoffmenge zu bestimmen, ist ein Apparat, welcher in dem folgenden Kapitel genau beschrieben wird, von mir gebraucht worden.

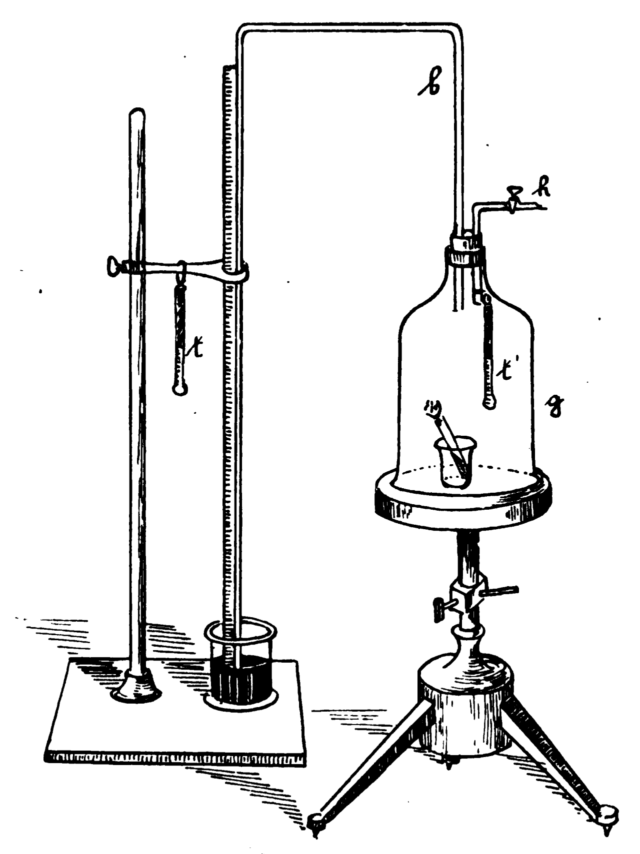
B. Die Bestimmung der Sauerstoffmenge.

A. Wieler[1]) hat einen Apparat konstruiert, in dem leicht und bequem der Sauerstoffgehalt vermindert werden kann, und der gestattet, die Pflanzen, welche er enthält, zu beobachten und zu messen. Ich wandte einen ähnlichen, nur einfacheren Apparat an.

Eine durch den Teller einer Wasserstrompumpe einerseits und durch einen doppelt durchbohrten Gummistopfen anderer-

1) Wieler, Die Beeinflussung des Wachsens durch verminderte Partiarpressung des Sauerstoffs. Untersuchungen aus dem Botanischen Institut zu Tübingen, Bd. I, 1881—1885, S. 194.

seits verschlossene Glasglocke *g* steht durch die eine Öffnung des doppelt durchbohrten Stopfens direkt mit einem Gefässbarometer *b* in Verbindung. Durch die andere Öffnung des Stopfens führt das Rohr eines Glashahnes *h*. Dieser ist mit dem Kippschen Wasserstoffentwicklungs-Apparat verbunden. An der Barometerröhre *b* ist eine Millimeterskala angebracht, um die Niveaudiffe-



renzen des Quecksilbers ablesen zu können. In halber Höhe hängt ein Thermometer *t*; ein zweites *t'* befindet sich in der Glocke.

Um den Apparat möglichst luftdicht zu machen, werden sämtliche Verschlüsse mittelst einer Mischung von 5 Teilen Schweinefett und 1 Teil Wachs befestigt.

Mit der Wasserstrompumpe vermochte ich die Luft bis zu einer Verdünnung von 10—20 mm auszupumpen. Sollte diese

Verdünnung noch weiter getrieben werden, so wurde nach dem Evakuieren der Apparat mit Wasserstoff gefüllt und nach einiger Zeit wieder bis auf 10—20 mm ausgepumpt. Die Luftmenge kann dann durch Wiederholung obiger Operation so weit verringert werden, dafs, den Wasserstoff als rein vorausgesetzt, in der Glocke fast gar kein Sauerstoff mehr vorhanden ist.

Die Berechnung ist unter Benutzung der auch von Wieler benutzten Formel folgende: $V_1 = \frac{v \cdot b_1}{b}$. Durch Multiplikation dieses Wertes mit $\frac{20{,}93}{100}$ erhält man die in diesem Volumen enthaltene Quantität Sauerstoff. Die schliefsliche Formel für die Quantität des Sauerstoffs lautet also:

$$V_0' = \frac{v \cdot b_1}{b} \times \frac{20{,}93}{100}.$$

V_0 = Sauerstoffvolumen bei b_1; Druck.
v = $V_1 - h_1\, q$ (q=Querschnitt des Barometerrohres).
V_1 = Rauminhalt des Apparates.
h_1 = Stand des Quecksilbers, auf der Millimeterskala des Gefäfsbarometers abgelesen.
b = Barometerstand der atmosphärischen Luft.
$b_1 = b - h - Wt$.
h = Niveaudifferenz des Quecksilbers im Gefäfsbarometer.
Wt = Wasserdampftension bei t^0 C.

C. Der Nachweis der Sporen.

Im hängenden Tropfen erscheinen die Sporen als kugelige oder ellipsoide, Oltropfen ähnliche, viel stärker als das Bakterienprotoplasma das Licht brechende Körperchen, die sich ursprünglich im Leibe der sie bildenden Zellen befinden, nachher auch im freien Zustande vorkommen. Viele Autoren wiesen manchmal blofs im hängenden Tropfen die Sporen nach, und es sind infolgedessen schon öfters Fehler vorgekommen, weil manche Bakterien granulierten, körnigen Inhalt besitzen, der Sporen vortäuschen kann.

Gegen Hitze haben die Sporen eine viel gröſsere Widerstandskraft als die Bakterien selbst. Um Sporen des Milzbrandbacillus nachzuweisen, hat Weil[1]) denselben 2 Minuten lang auf 80° C. erhitzt. Diese Methode des Sporennachweises ist aber ebenfalls nicht genügend, weil man in kurzer Zeit das ganze Untersuchungsmaterial nicht überall gleichmäſsig erhitzen kann, und noch lebende Bakterien darin bleiben. Ich habe bei der Sterilisierung der lebenden Mäusesepticämiebacillenkultur (bei Untersuchungen über Schutzimpfung) folgenden Fall beobachtet: Eine 30 Stunden alte Bouillonkultur wurde im Wasserbad langsam erwärmt, bis die Temperatur des letzteren 80° C. anzeigte; darauf wurde die Emulsion 2 Minuten im Wasserbad bei dieser Temperatur belassen. Eine mit 0,3 ccm der Emulsion intraperitoneal geimpfte weiſse Maus starb nach 5 Tagen an Mäusesepticämie, und die bakteriologische Untersuchung ergab ein positives Resultat.

Durch gewöhnliche Farbstoffe sind die Sporen sehr schwer oder gar nicht färbbar. Ungefärbte Körper sind aber nicht immer Sporen, weil andere, keine Sporen bildende Bacillen, z. B. der Pestbacillus, der Hühnercholerabacillus etc. ziemlich häufig bloſse Polfärbung zeigen.

Ein ausserordentlicher Fortschritt wurde durch Hauser (sowie Neiser, Ernst und Bunge) angebahnt, der eine allgemeingültige Methode angab, um die Sporen durch eine Färbung mit nachfolgender Abspülung mit Säurealkohol sichtbar zu machen. Mit Hilfe dieses neuen Verfahrens ist es in allen Fällen gelungen, bei sporentragenden Bakterien solche Organe nachzuweisen, während bei nicht sporentragenden Bakterien (mit wenigen Ausnahmen, z. B. dem Tuberkelbacillus) nichts dergleichen zu finden ist.

Um die Sporen nachzuweisen, benutze ich immer Hausers Sporenfärbungsmethode (Vorfärben mit Ziehlscher Lösung, Abspülen mit saurem Alkohol und Nachfärben mit Methylenblau). Nach dieser Methode machte ich regelmäſsig 2 bis 4 Präparate von derselben Kultur. In sehr geringer Anzahl vorhandene

1) Weil, Zur Biologie der Milzbrandbacillen, Inaugural-Dissertation, Bern 1899.

Sporen zu finden, ist manchmal wegen der Farbstoffniederschläge ziemlich schwer, in solchen Fällen konnten wir dieselben nicht nur durch die mikroskopische Prüfung der von der Kultur hergestellten Präparate, sondern auch durch Versuche über die Resistenz gegen Einwirkung höherer Temperatur bestätigen. Man erhitzt z. B. eine Kultur, welche sich in einem geschlossenen und luftfreien Glasröhrchen befindet, 5—10 Minuten lang auf 79—81° C. im Wasserbad und impft von dieser Kultur auf den neuen Nährboden. Durch derartige sorgfältige Prüfung stellte ich immer die Sporenbildung fest.

D. Die Zubereitung der Nährböden.

Vor allem ist die Sterilisierung des Nährbodens sehr wichtig, deswegen habe ich immer regelmäfsig alle benutzten Nährböden mittels Dampftopf jedesmal 15 bis 30 Minuten lang 3 bis 5 mal (täglich oder alle 2 Tage einmal) sterilisiert und dieselben 2 Tage lang bei einer Temperatur von 35° C. stehen lassen, da allein diese eine Garantie für das Freibleiben von Verunreinigungen bietet.

Bei allen Versuchen wurden Reinzüchtungen in den jedesmal näher bezeichneten Nährmedien, teils in weiten Reagenzröhrchen (mit ca. 15 ccm Flüssigkeit) oder Erlenmeyerschen Kölbchen (mit 30—50 ccm Flüssigkeit), teils auf Agar- oder Kartoffelkulturen mit schiefer Fläche in Reagenzgläschen ausgeführt.

Ich benutzte folgende Nährböden:

1. Fleischextraktwasser. In 1 l Wasser werden 10 g Kochs Fleischpepton[1]) gelöst, durch Zugabe von Sodalösung (oder Essigsäure) neutralisiert, filtriert und sterilisiert.

2. Bouillon. 5 g Kochsalz werden in 1 l Fleischextraktwasser gelöst.

---

1) Als Resultat der Analysen Fleischpepton Kochs durch Bodländer ergab sich, auf die Trockensubstanz berechnet:

Eiweis im Wasser unlöslich	2,11 %
Pepton im Wasser löslich	45,95 %
Extractiv-Stoff des Fleisches	40,66 %
Asche	11,28 %
	100,00 %.

3. Traubenzuckerbouillon. Bouillon mit Zugabe von verschiedenen Mengen (0,5—50,0 %) Traubenzucker.

4. Kochsalzbouillon. Bouillon mit Zugabe von verschiedenen Mengen (0,2—10 %) Kochsalz.

5. Glycerinzuckerbouillon. Bouillon mit Zugabe von 2 % Traubenzucker und 6 % Glycerin.

6. Sodabouillon. 2 proz. Traubenzuckerbouillon mit Zugabe von verschiedenen Mengen Natrium carbonicum.

7. Säurebouillon. 2 proz. Traubenzuckerbouillon mit Zugabe von verschiedenen Mengen Acidium hydrochloricum.

8. Pyrogallolbouillon. 2 % Traubenzuckerbouillon mit Zugabe von 5 % Glycerin, 0,1 % Eikonogen, 0,1 % Hydrochinon, 0,1 % Pyrogallussäure.

9. Gummilösung. In 1 l Fleischextraktwasser werden 50—300 g Gummi arabicum, 5 g Kochsalz, 20 g Traubenzucker gelöst und neutralisiert.

10. Tragacanthlösung. Ebenfalls eine Lösung von 1 bis 3 % Gummi-Tragacantha, 0,5 % Kochsalz, 2% Traubenzucker in Fleischextraktwasser.

11. Konbudekokt. Das Konbu ist eine der Laminaria ähnlichen japanischen Meeralgen. 100 g getrocknetes, fein geschnittenes Konbu wird mit 1 Liter gewöhnlichen Wassers 24 Stunden an einem kalten Ort stehen gelassen und dann 1 Stunde im Dampfkochtopfe gekocht und filtriert; hierauf fügt man 10 g Kochs Fleischpepton, 20 g Traubenzucker zu, kocht auf und neutralisiert.

12. Wassergelatine. Zu 1 Liter Wasser werden 100 g Gelatine zugesetzt, umgeschüttelt und vorsichtig im Wasserbad bis zum Schmelzen der Gelatine erwärmt. Hierauf Neutralisation, Kochen im Dampfkochtopf und Filtrieren.

13. Fleischpeptongelatine. In 1 Liter Wasser werden 100 g Gelatine und 10 g Kochs Fleischpepton gekocht, neutralisiert und filtriert.

14. Gewöhnliche Nährgelatine. Fleischpeptongelatine mit Zugabe von 0,5 % Kochsalz.

15. Traubenzuckergelatine. Gewöhnliche Nährgelatine mit Zugabe von 2 % Traubenzucker.

16. Bouillongelatine. Bouillon mit Zugabe von 2 % Traubenzucker und 1—30 % Gelatine.

17. Kochsalzgelatine. Fleischpeptongelatine mit Zugabe von 0,2—10,0 % Kochsalz.

18. Traubenzuckerfleischpeptongelatine. Fleischpeptongelatine mit Zugabe von 0,5—60 % Traubenzucker.

19. Glyceringelatine. Fleischpeptongelatine mit Zugabe von 5—15 % Glycerin.

20. Sodagelatine. Traubenzuckergelatine mit Zugabe von 0,2—15,0 % Natrium carbonicum.

21. Säuregelatine. Traubenzuckergelatine mit Zugabe von 0,1—0,4 % Acidum-hydrochloricum.

22. Gewöhnlicher Nähragar. Zu 1 Liter Wasser werden 10 g Kochs Fleischpepton, 5 g Kochsalz und 20 g Agar-Agar im Dampfkochtopf gekocht, neutralisiert und filtriert.

23. Traubenzuckeragar. Gewöhnlicher Nähragar mit Zugabe von 2 % Traubenzucker.

24. Fleischpeptonagar. In 1 Liter Wasser werden 10 g Kochs Fleischpepton, 5 g Kochsalz, 2 % Traubenzucker und 0,1—0,5 % Agar-Agar gekocht, hernach neutralisiert und filtriert.

25. Kartoffel. Aus geschälten Kartoffeln werden cylindrische Stücke geschnitten und zur Ermöglichung einer grofsen Oberfläche diese Cylinder schief abgeschnitten. Sterilisation in den Reagenzgläsern im Dampfkochtopf.

26. Glycerinkartoffel. Die Herstellung dieses Nährbodens ist dieselbe wie bei 25, nur kommt ein Zusatz von Glycerin hinzu.

II. Das Wachstum einiger Anaëroben auf Schrägagar und Plattenkultur.

Da die Kulturen anaërober Bakterien auf schräg erstarrter Agarfläche andern Forschern nicht gelungen sind, während sich bei meiner Untersuchung stets positive Resultate ergaben, will ich die Beschaffenheit der Kulturen bei den verschiedenen geprüften Arten kurz beschreiben.

1. Clostridium butyricum.

Auf 2 proz. Traubenzuckergelatineplatten entwickeln sich die Kolonien unter Wasserstoff nach 3—4 Tagen als 1—3 mm grofse, dünne, grauweifse, rundliche, unregelmäfsig zackige oder gelappte, weintraubenblattförmige, trockene, mattglänzende Auflagerungen; im luftleeren Raum sind die Kolonien rein weifs und dicker als unter Wasserstoff. Bei schwacher Vergröfserung sind sie, wie auf Tafel I Figur 1 ersichtlich, dunkelgelb gefärbt, nicht durchscheinend; ihr Rand ist gelappt. In den ungefärbten Randpartien zeigen sich zahlreiche, ziemlich lange Fäden. Ein paar lange Haare ragen sogar vom Rand der Kolonie weiter in die Gelatine hinaus. Die Gelatine verflüssigt sich niemals.

Auf gewöhnlichen Nährgelatineplatten bilden sie nach 3 Tagen makroskopisch 1,5—2 mm grofse, dünne, trockene, Coli-ähnliche Kolonien.

Auf 2 proz. Traubenzuckeragarstrichkultur bildet Clostridium butyricum einen grauweifslichen, nicht dicken, glänzenden Belag mit bald fast glattem, bald mit kurzen Härchen versehenem Rande. Kondensationswasser ist ziemlich klar mit schmutzig-weissem Bodensatz (vgl. Tafel I, Figur 2 und 3).

Auf gewöhnlichen Kartoffeln bilden sie dünne, weifse, trockene Häutchen, auf Glycerinkartoffeln dagegen saftige weifse Auflagerungen. Beide Kartoffelkulturen riechen nach Essig. Gasbildung ist in beiden Kartoffelkulturen ebenfalls nachweisbar.

2. Bacillus oedematis maligni.

Auf 2 proz. Traubenzuckeragarplattenkultur besteht die Kolonie aus einem weifslichgrauen, dünnen, langen, deutlichen Härchenkranz. Bei schwacher Vergröfserung werden gelbe, mehr oder weniger gewundene, miteinander innig verschlungene Fäden sichtbar, ganz ähnlich wie bei den Kolonien des Bacillus mycoides.

Auf 2 % Traubenzuckeragarstrichkultur Bildung eines grauweifsen Belages mit langen oder kurzen, zarten Härchen. Bei einzelnen Kolonien sind die fadenartigen Gebilde viel deutlicher als bei den zusammenfliefsenden Kolonien. Kondenswasser ist

erst etwas getrübt, später klärt es sich jedoch wieder auf unter Bildung von Bodensatz. (Vgl. Tafel II, Figur 8 und 9.)

Auf gewöhnlichen Kartoffeln und Glycerinkartoffeln bemerkt man makroskopisch kein Wachstum, während sich mikroskopisch bisweilen zahlreiche Bazillen erkennen lassen.

3. Bacillus anthracis symptomatici (Bacillus des Rauschbrandes).

Die Kolonien auf Agarplatten sind denen des Bacillus des malignen Ödems sehr ähnlich.

Auf 2proz. Traubenzuckeragarstrichkultur entwickeln sie sich als lange, breite, bald ineinander zusammenfliefsende, baumartig gezweigte oder als gelappte, blattähnliche Gebilde. (Vgl. Tafel II, Figur 6 und 7.)

Auf gewöhnlichen Kartoffeln bildet sich bei 34° C. nach 22 Stunden ein über die ganze Oberfläche verbreitetes, trockenes, weifsliches Häutchen und Gasblasen, nach 16 Tagen hat sich eine über die ganze Oberfläche verbreitete, dünne, schmutziggraue, sehr unangenehm stinkende Auflagerung entwickelt.

Auf Glycerinkartoffeln ist makroskopisch kein Wachstum nachweisbar, während sich mikroskopisch ein paar Bacillen vorfinden.

4. Bacillus sporogenes.

Auf 2proz. Traubenzuckeragarstrichkultur wächst er in Form einer saftig glänzenden, ziemlich dicken Auflagerung. Die Fadenbildung ist nicht so deutlich wie beim Bacillus des malignen Ödems. (Vgl. Tafel I, Figur 4.)

Auf gewöhnlichen Kartoffeln bilden sich bei 34° C. nach 16 Tagen kaum sichtbare, sehr dünne, weifslichgraue Auflagerungen und stinkende Gase. Die Kartoffel färbt sich graubräunlich.

Auf Glycerinkartoffeln bald kein, bald kümmerliches Wachstum unter Entwicklung von Gasblasen.

5. Bacillus botulinus van Ermengen.

Auf 2proz. Traubenzuckeragarstichkultur bildet sich eine ziemlich dicke, saftig glänzende, weifsliche Auflagerung mit deutlichem Stichkanal.

Auf 2 proz. Traubenzuckeragarstrichkultur erscheint ebenfalls eine nicht charakteristische, saftig glänzende, weifsliche Auflagerung.

Die Kartoffeln haben einen schwach ranzigen Geruch, der aber durchaus nicht widerlich ist, wie bei anderen Anaëroben.

Anhang. Bacillus X.

Derselbe ist ein unter dem Namen Tetanusbacillus von Král uns übersandter Bacillus, welcher mit dem Tetanusbacillus nicht übereinstimmt. Die Kultur war wahrscheinlich unrein, denn ich habe immer von derselben Kultur einen fakultativ anaëroben Bacillus, niemals Tetanusbacillen gezüchtet. Dieser fakultative anaërobe Bacillus hat folgende Eigenschaften:

Im hängenden Tropfen stellt er ein lebhaft bewegliches, langes, grofses Stäbchen mit abgerundeten Enden dar; oft vereinzelt gelagert oder aus zwei bis mehreren Gliedern bestehende Fäden bildend. In der Mitte des Stäbchens bildet sich eine länglich-runde Spore, fakultativ anaërob, entwickelt er sich unter Wasserstoff viel üppiger als bei Luftzutritt.

Mit gewöhnlichen Farbstoffen färben die Stäbchen sich sehr gut. Er wächst bei Zimmer- und Bruttemperatur auf gewöhnlichem Nährboden sehr gut, jedoch bei 35° C. viel schneller als bei Zimmertemperatur.

Auf Plattenkulturen, welche mit 10 proz Fleischpeptongelatine hergestellt worden sind und die bei Zimmertemperatur gehalten werden, entwickelt sich der Bacillus wie folgt:

Kleine, weifse Kolonien, welche schnell die Gelatine verflüssigen. Nach 1—2 Tagen ca. 5 mm grofse, runde, verflüssigende, in der Mitte eine weifse und schleimige Bakterienmasse enthaltende Kolonien. Bei schwacher Vergröfserung erscheinen die noch nicht verflüssigten Kolonien als gelbe, aus unregelmässig zusammenliegenden Fäden bestehende Scheiben. Die verflüssigten Kolonien zeigen in der Mitte ein unregelmäfsiges, ziemlich grofses, dunkelgelbes Centrum; die nächste Schicht besteht aus unregelmäfsig liegenden Körnchen oder aus einem fädenartigen, lockeren Gewebe; um dieses herum liegt ein

dunkelgelber, ziemlich breiter Ring; dann folgt eine helle, breite Zone, an welcher der mit runden, kurzen Härchen versehene Rand angrenzt. (Vgl. Tafel II, Figur 5.)

In der Gelatinestichkultur wächst diese Art längs des Stichkanals in Form weisslicher Fäden. Die Gelatine verflüssigt sich sehr schnell tellerförmig.

Auf schrägem Agar bildet sich erst eine grauweifse, saftig glänzende Auflagerung, welche nach 5 Tagen trocknet und sich etwas faltet.

Bouillon trübt sich gleichmäfsig, bildet weifsen Bodensatz und enthält in der Mitte der Oberfläche eine weifse Bakterienmasse.

In Traubenzuckerbouillon keine Gasbildung.

Indolbildung ist in gewöhnlicher Bouillon oder dem Peptonwasser in Spuren nachweisbar.

III. Die entscheidende Veranlassung der Sporenbildung.

Lehmann[1]) sagt, dafs eine gewisse Erschöpfung des Nährbodens bedingend oder wenigstens begünstigend für die Sporenbildung des Milzbrandbacillus sei.

Büchner[2]) schreibt, dafs Bacillus anthracis in guten Nährlösungen sich nur vegetativ vermehrt und erst bei eintretendem Mangel an Ernährungsmaterial zur Sporenbildung übergeht. Diesen Satz stützte Buchner durch drei Versuche. Erstens stellte er fest, dafs die Sporenbildung ausblieb, wenn man in einem Schälchen mit 2 ccm Inhalt die Bouillon um die üppig wachsenden Bacillen häufig erneuerte, dafs sie aber bald eintrat, wenn man die gleichen Bacillen in einem Tropfen Bouillon züchtete. Zweitens zeigte er, dafs in sterilisiertes Wasser gebrachte Milzbrandfäden weiter Sporen bildeten, während sie es in angefaulter Fleischflüssigkeit nicht thaten, und drittens, dafs

1) Lehmann, Über einige Bedingungen der Sporenbildung beim Milzbrand. Sitzungsbericht der phys. und med. Gesellschaft zu Würzburg 1890.

2) Büchner, Über die Ursache der Sporenbildung beim Milzbrandbacillus. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. VIII, S. 3.

in verdünnten Fleischextraktlösungen rascher Sporenbildung eintrat. Schreiber[1]) stimmt Buchner bei, indem er angibt, dafs dauerndes lebhaftes Wachstum unter den günstigsten Bedingungen niemals Sporenbildung hervorruft, dafs ungenügende Ernährung und ungünstige äufsere Bedingungen die Sporenbildung sehr in Frage stellen, bezw. sie ganz aufheben, dafs plötzliche Hemmung des Wachstums nach vorausgegangener guter Ernährung zu jeder Zeit sofort schnell und vollständig Sporenbildung veranlafst. Gegen die Richtigkeit der Folgerung hat Migula[2]) das Resultat des folgenden Versuches eingewendet: Er setzte einer Bouillonkultur mit Milzbrandbacillen, die »kurz vor der Sporenbildung« stand, trockenes Pepton mit Fleischextrakt zu, d. h. also sehr gute Nährstoffe. Trotzdem kam es nicht zu einer entsprechenden Vermehrung, sondern die Hauptmasse der Zelle fuhr fort, sich auf die Sporenbildung vorzubereiten. Erst bei Verdünnung der Bouillon mit Wasser trat lebhafte Vermehrung ein, und die Sporenbildung unterblieb. Daraus folgert Migula, dafs die Anhäufung von Stoffwechselprodukten die Veranlassung zu Sporenbildung abgebe. Klebs[3]) sagt, dafs die Stoffwechselprodukte zweifellos nicht notwendig für die Sporenbildung sind, wie die Versuche mit reinem Wasser darlegen, wenn auch die Möglichkeit einer solchen Wirkung zuzugeben ist. Aus den Versuchen von Klebs mit verschiedenartigen Pilzen geht deutlich hervor, dafs überhaupt eine Änderung der Ernährung oder der Eintritt von Nahrungsmangel für die Bildung der Fortpflanzungsorgane von entscheidender Bedeutung ist.

Um die Frage, ob die Veranlassung zur Sporenbildung im Nahrungsmangel oder in Stoffwechselprodukten liegt, zu beurteilen, habe ich mit Anaëroben Experimente angestellt. Für die Versuche ist es sehr wichtig, ein ganz bestimmtes Substrat anzuwenden,

---

1) Schreiber, Über die physiologischen Bedingungen der endogenen Sporenbildung bei Bacillus anthracis, subtilis und tumescens. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. XX, S. 431.

2) Migula, Ref. aus Arbeit von Klebs.

3) Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XXXV, S. 17.

um genau vergleichbare Resultate zu erlangen. Denn der gleiche Bacillus kann bei der Kultur auf verschiedenartigen Substraten doch etwas verschiedenartige Eigenschaften zeigen. Wo es möglich ist, eignet sich am besten die Kultur in Flüssigkeiten, weil der Bacillus darin sehr gleichmäſsig ernährt wird. Für das Folgende ist stets vorausgesetzt, daſs alle anderen äuſseren Bedingungen in günstigem Sinne einwirken.

Wie ich im folgenden Abschnitt darlegen werde, bilden die Anaëroben in 2 proz. Traubenzuckerbouillon ziemlich langsam Sporen. Es wurde deshalb zur Lösung der vorliegenden Frage 2 proz. Traubenzuckerbouillon von mir benutzt. Zuerst muſste ich darüber klar zu werden suchen, ob sich die Bakterien im Filtrat einer Anaërobenbouillonkultur, in welcher schon einmal die Sporenbildung erfolgte, vermehren, d. h. ob in demselben noch Nährstoffe enthalten sind; dann stellte ich mir die Frage, ob im Filtrat von Aërobenbouillonkultur die Anaëroben sich noch entwickeln und noch Sporen bilden können. Drittens muſste man noch die Frage beantworten, ob nach dem Zusatz von Nährstoffen in solchen Filtraten von Anaëroben- oder Aërobenbouillonkultur sofort die Anaëroben Sporen bilden. Endlich muſste man sich die Frage stellen, ob die Sporenbildung ausbleibt, wenn man die Nährböden häufig erneuerte. Die von mir benutzten Filtrate reagierten infolge spontaner Säurebildung sauer und wurden direkt als Medium benutzt.

I. Untersuchung mit dem Filtrat von Anaërobenbouillonkultur.

Bacillus sporogenes wächst im Filtrat einer 2 Tage alten, bei 34° C. aufbewahrten, 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur, in welcher Bacillus sporogenes sich üppig entwickelt und Gas, aber noch keine Sporen gebildet hatte, unter Wasserstoff makroskopisch ziemlich gut und bildet nach 20 Stunden noch keine, nach 42 Stunden nicht sicher nachweisbare, nach 72 Stunden nur wenige, nach 96 Stunden zahlreiche Sporen; also tritt die Sporenbildung in diesem Filtrat 1—2 Tage früher als in gewöhnlicher 2 proz. Traubenzuckerbouillon ein. In einem Filtrate von 4 und 6 Tagen alter 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur, in welcher

üppiges Wachstum und geringe Sporenbildung nachweisbar war, entwickelt sich Bacillus sporogenes nur sehr spärlich, und die Flüssigkeit bleibt makroskopisch immer klar, während sich mikroskopisch nach 1 Tage schon ziemlich viele Stäbchen und vereinzelte Sporen, nach 2—4 Tagen mäfsig viele bis zahlreiche Sporen nachweisen. In diesem Filtrat bildet Bacillus sporogenes also in kurzer Zeit Sporen; während sie sich in gewöhnlicher 2proz. Traubenzuckerbouillon erst nach 4 Tagen bilden.

Clostridium butyricum wächst im Filtrate von 2 und 6 Tage alten 2proz. Traubenzuckerbouillonkulturen, in welchen es sich üppig entwickelt hatte (in der 6 Tage alten Kultur hatten sich schon Sporen gebildet), ziemlich gut unter Gasbildung; die Sporenbildung tritt nach 2—3 Tagen ein, also 1—2 Tage früher als in gewöhnlicher 2proz. Traubenzuckerbouillon.

Bacillus anthracis symptomatici entwickelt sich in Filtraten von 9 und 11 Tage alter 2proz. Traubenzuckerbouillonkultur, in welcher üppige Entwicklung und Sporenbildung von Bacillus anthracis symptomatici nachweisbar waren, unter Wasserstoff makroskopisch nicht; und die Flüssigkeiten bleiben immer klar, während mikroskopisch die Entwicklung deutlich nachweisbar ist. Die Sporenbildung findet nach 3—4 Tagen statt, also 4 bis 5 Tage früher als in 2proz. Traubenzuckerbouillon.

2. Untersuchung mit dem Filtrat von Aërobenbouillonkultur.

Wir werden später sehen, dafs die Anaëroben in Mischbouillonkultur zugleich mit Aëroben bei Luftzutritt sich entwickeln, während sie im Filtrat von Aërobenbouillonkultur bei Luftzutritt nicht wachsen (siehe folgenden Abschnitt). Ich suchte daher noch darüber Klarheit zu bekommen, ob die Anaëroben im Filtrat von Aërobenbouillonkultur sich unter Wasserstoff entwickeln können. Hierzu benutzte ich die Filtrate der 2proz. Traubenzuckerbouillonkulturen des Bacillus coli communis, Bacillus prodigiosus, Bacillus pyocyaneus und Vibrio cholerae, welche 2 Tage lang bis 34° C. aufbewahrt wurden und sehr üppiges Wachstum zeigten.

Im Filtrat der Bacillus prodigiosus - Kultur bilden unter Wasserstoff Bacillus oedematis maligni und Clostridium butyricum nach 24 Stunden, Bacillus botulinus und Bacillus anthracis symptomatici nach 36 Stunden, Bacillus sporogenes nach 48 Stunden eine geringe Menge von Sporen. Clostridium butyricum, Bacillus anthracis symptomatici und Bacillus sporogenes wachsen in diesem Filtrat makroskopisch nicht, sondern nur mikroskopisch, während Bacillus botulinus und Bacillus oedematis maligni etwas Gas bilden.

Im Filtrat von Coli-Kultur bilden unter Wasserstoff Bacillus sporogenes, Bacillus oedematis maligni und Clostridium butyricum nach 24 Stunden, Bacillus botulinus und Bacillus anthracis symptomatici nach 72 Stunden Sporen; alle Kulturen bleiben makroskopisch klar, wobei sich ein Bodensatz bildet; mikroskopisch sind jedoch zahlreiche Stäbchen nachweisbar.

Im Filtrat von Pyocyaneus-Kultur entwickeln sich Bacillus sporogenes und Bacillus oedematis maligni ebenfalls sehr schwach, und es ist ihre Entwicklung nur mikroskopisch nachweisbar. Die Sporenbildung tritt erst nach 3 Tagen ein.

Im Filtrat von Cholera-Kultur tritt die Sporenbildung bei Bacillus sporogenes und Clostridium butyricum nach einem Tage, beim Bacillus botulinus nach zwei Tagen, beim Bacillus oedematis maligni und Bacillus anthracis symptomatici nach drei Tagen ein. Bacillus botulinus und Bacillus oedematis maligni wachsen ziemlich gut unter Gasbildung, während die übrigen Anaëroben sich nur mikroskopisch entwickeln.

Aus diesen Beobachtungen ersehen wir, dafs im Filtrat von 2—11 Tage alter Bouillonkulturen mikroskopische und makroskopische Entwicklung von Anaëroben möglich ist, und dafs bei Anaëroben die Sporenbildung in kürzerer Zeit als in gewöhnlicher Bouillon eintritt.

3. Untersuchung mit dem Filtrat von Anaërobenbouillonkultur nach dem Zusatz von Nährstoffen.

In dem Filtrat der 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur des Clostridium butyricum, welche neun Tage lang bei 34° C. auf-

bewahrt wurde und sehr üppiges Wachstum und viele Sporen zeigte, bildet Clostridium butyricum nach 20 Stunden noch keine, nach 23 Stunden eine geringe Menge von Sporen, während in demselben Filtrat bei Zusatz der 2 proz. Traubenzuckerbouillon von gleicher Quantität (es enthält dieses ganze Filtrat also 0,5 % Fleischpepton, 1 % Traubenzucker und 0,25 % Kochsalz) erst nach 40 Stunden Sporenbildung nachweisbar ist. In demselben Filtrat bei Zusatz von einer Flüssigkeit, welche 2 % Fleischpepton, 4 % Traubenzucker, 1 % Kochsalz und Wasser enthält, von gleicher Menge (es enthält dieses ganze Filtrat also 1 % Fleischpepton, 2 % Traubenzucker und 0,5 % Kochsalz) tritt die Sporenbildung des Clostridium butyricum erst nach drei Tagen, manchmal nach fünf Tagen ein.

In dem Filtrat von vier Tage alter 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur des Bacillus sporogenes mit oder ohne Zusatz von 2 proz. Traubenzuckerbouillon ist spärliche Entwicklung und Sporenbildung des Bacillus sporogenes nach 24 Stunden nachweisbar. In demselben Filtrat ist bei Zusatz der gleichen Menge 2 proz Traubenzuckergelatine (das Medium enthält also im ganzen 0.5 % Fleischpepton, 1 % Traubenzucker, 0,25 % Kochsalz und 5 % Gelatine) die Sporenbildung des Bacillus sporogenes nach 24 Stunden noch etwas lebhafter als im Sporogenes-Filtrat mit oder ohne Zusatz von 2 proz. Traubenzuckerbouillon.

4. Untersuchung mit dem Filtrat von Aërobenbouillonkultur nach dem Zusatz von Nährstoffen.

Bacillus oedematis maligni bildet im Filtrat von zwei Tage alter 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur des Bacillus prodigiosus nach 24 Stunden, in demselben Filtrat bei Zusatz der 2 proz. Traubenzuckerbouillon von gleicher Quantität (es enthält dieses ganze Filtrat also 0,5 % Fleischpepton, 1 % Traubenzucker und 0,25 % Kochsalz) nach 36 Stunden Sporen.

Im Filtrat der zwei Tage alten 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur des Bacillus pyocyaneus mit oder ohne Zusatz der 2 proz. Traubenzuckerbouillon in gleicher Menge bilden Bacillus oedematis maligni und Bacillus sporogenes nach zwei Tagen un-

reife, nach drei Tagen spärliche reife, nach vier Tagen viele Sporen. In diesem Filtrat, welchem 2 proz. Traubenzuckerbouillon zugesetzt wurde, entwickeln sich beide Bacillen deutlich etwas reichlicher als im reinen Filtrat.

5. Untersuchung der Hemmung der Sporenbildung durch fortwährende Erneuerung der das Wachstum befördernden Nährstoffe.

Auf ähnliche Weise wie Buchner, habe ich bei fünf Anaëroben in 2 proz. Traubenzuckerbouillon 20 mal regelmäfsig nach je fünf Tagen die Nährlösung erneuert, ohne dafs jemals Sporenbildung eingetreten wäre; die Kulturen befanden sich bei Zimmertemperatur immer unter Wasserstoff. Die Bakterien zeigten bis zum letzten Male keine Sporenbildung, jedoch bildeten sie in kurzer Zeit wieder Sporen, wenn man sie in 2 proz. Traubenzuckergelatine überimpfte und bei 34° C. kultivierte.

Ich habe die Versuche nicht weiter fortgesetzt, weil nach allen Erfahrungen ein anderes Resultat nicht zu erwarten war. Auf Grund seiner ausgedehnten Studien über diese Frage spricht Klebs folgenden Satz aus: So lange für das Wachstum der niederen Organismen charakteristische äufsere Bedingungen vorhanden sind, tritt Fortpflanzung nicht ein. Die für diesen Prozefs günstigen Bedingungen sind stets für das Wachstum mehr oder weniger ungünstig. Dieser Satz gilt für die aëroben und anaëroben Bakterien.

Wir haben nun gesehen, dafs die anaëroben Bakterien im Filtrat von Anaëroben- oder Aëroben-Bakterienbouillonkultur schnell, in demselben Filtrat mit Zusatz von Nährstoffen langsam die Sporen bilden. Z. B. Bacillus sporogenes bildet im Filtrat von vier Tage alter 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur von demselben Bacillus nach einem Tag vereinzelte reife Sporen, während sich in gewöhnlicher 2 proz. Traubenzuckerbouillon erst nach vier Tagen Sporen bilden. In dem Filtrat von neun Tage alter 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur des Clostridium butyricum bildet Clostridium butyricum nach 23 Stunden geringe Mengen von Sporen, während in demselben Filtrat mit Zusatz von Nähr-

stoffen erst nach drei, manchmal fünf Tagen die Sporenbildung eintritt.

Aus allen diesen Beobachtungen geht deutlich hervor, dafs, so lange der Nährboden viele Nahrung enthält, keine Sporenbildung eintritt, dafs die Stoffwechselprodukte auf die Sporenbildung einen sehr zweifelhaften Einflufs ausüben und, dafs die Veranlassung der Sporenbildung im Mangel an Ernährungsmaterial liegt.

IV. Die allgemeinen Bedingungen der Sporenbildung.

Die Untersuchungen wurden nach folgenden Richtungen hin ausgeführt:

1. Der Einflufs der Ernährung.
2. Der Einflufs des Sauerstoffes.
3. Der Einflufs der Temperatur.
4. Der Einflufs des Lichtes.

I. Der Einflufs der Ernährung.

Die Bakterien entwickeln sich auf den mannigfachsten Substraten, und die Ernährungsverhältnisse üben auf die Sporenbildung einen verschiedenen Einflufs aus. Um diesen Einflufs zu untersuchen, will ich hier nur folgende Gesichtspunkte behandeln:

A. Der Einflufs der Qualität der Nährstoffe.
B. Der Einflufs der Quantität der Nährstoffe.
C. Der Einflufs von chemischen Substanzen.

A. Der Einflufs der Qualität der Nährstoffe.

Osborne[1]) hat betreffs der Sporenbildung des Milzbrandbacillus bewiesen,

1. dafs die absolute Gröfse der Sporenernte bei gleicher Aussaat auf Nährböden von geringem Fleischextraktgehalt geringer ist als auf solchen von normalem Gehalt;

1) Osborne, Die Sporenbildung des Milzbrandbacillus auf Nährboden von verschiedenem Gehalt an Nährstoffen. Archiv für Hygiene, Bd. XI, S. 51.

2. daſs auf erschöpften Nährböden die absolute Sporenernte ebenfalls geringer ist als auf guten;

3. daſs — hierüber sind allerdings nur einige gelegentliche Beobachtungen und keine Zahlen mitgeteilt — in den spärlich gewachsenen Fäden der schlechten Nährböden die Sporen weniger dicht liegen als in den üppig gewachsenen Fäden der guten Nährböden — und, daſs also von einer Begünstigung der Sporenbildung durch Nährböden, deren Erschöpfung früher eintritt, keine Rede sein kann.

Stephanidis[1]) schloſs aus seinem Versuch: Die Dichtigkeit oder Intensität der Sporenbildung ist auf guten Nährböden eine gröſsere als auf schlechten. Sehr beträchtlich ist die Differenz nicht; immerhin liefern, wie zu erwarten, die kräftigen Fäden, die auf dem reichen Nährboden gewachsen sind, die reichere Ernte.

Im Nachfolgenden werde ich in Kürze meine Befunde angeben; die genaueren Resultate stellte ich der Übersichtlichkeit halber in Tabelle I zusammen.

a) 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur (bei 34° C.).

1. Clostridium butyricum entwickelt sich makroskopisch nach einem Tag sehr üppig unter Gasbildung. Die Flüssigkeit trübt sich schwach bis stark mit Bodensatz, aber spätestens nach acht Tagen (manchmal nach drei Tagen) klärt sie sich wieder auf. Während sich die Flüssigkeit trübt, tritt fast niemals die Sporenbildung ein. Dieselbe zeigt sich frühestens nach vier Tagen, doch können bis zu ihrem Eintritt sieben Tage vergehen.

2. Bacillus oedematis maligni entwickelt sich ebenfalls ziemlich schnell unter Bildung von Gas und schleimigen Flocken; später trübt sich die Flüssigkeit schwach. Die Sporenbildung ist nach drei Tagen nachweisbar. Über 40 Tage alte Bouillonkultur ist klar mit Bodensatz; mikroskopisch findet man in ihr verschiedene Involutionsformen, manchmal fehlen Sporen.

---

1) Stephanidis, Archiv für Hygiene, Bd. 35, S. 1.

3. Bacillus sporogenes gedeiht schnell und üppig; die Flüssigkeit trübt sich sehr stark unter Gasbildung. Die Sporenbildung tritt aber erst nach vier Tagen ein.

4. Bacillus anthracis symptomatici wächst auch in 2 proz. Traubenzuckerbouillon sehr gut. Die Flüssigkeit trübt sich nach 1—2 Tagen stark, klärt sich jedoch wieder auf. Die Sporenbildung ist nach acht Tagen sichtbar.

5. Bacillus botulinus entwickelt sich sehr schnell und üppig; die Flüssigkeit trübt sich sehr stark unter Gasbildung, klärt sich jedoch nach 18 Tagen wieder auf. Die Sporenbildung ist erst nach 20 Tagen und dann noch selten nachweisbar.

b) Gewöhnliche und Glycerinkartoffelkultur (bei 34° C.).

1. Clostridium butyricum wächst auf beiden Kartoffeln ziemlich gut unter Gasbildung; die Sporenbildung tritt nach zwei Tagen ein.

2. Bacillus oedematis maligni entwickelt sich makroskopisch nicht und bildet unter Wasserstoff nach vier Tagen keine, nach 16 Tagen dagegen sehr zahlreiche Sporen.

3. Bacillus sporogenes bildet auf Kartoffeln eine kaum sichtbare, dünne, grauweifse Auflagerung mit Gasblasen. Nach 16 Tagen bildet er unter Wasserstoff noch keine sichtbaren Sporen.

4. Bacillus anthracis symptomatici wächst auf gewöhnlichen Kartoffeln gut, nach 16 Tagen ist Sporenbildung nachweisbar. Dagegen entwickelt er sich auf Glycerinkartoffeln nicht sichtbar und läfst mikroskopisch nur geringe Stäbchen ohne Sporen (nach 4—16 Tagen) erkennen.

c) 2 proz. Traubenzuckeragarstrichkultur (bei 34° C.).

Clostridium butyricum bildet auf 2 proz. Traubenzuckeragarstrichkultur schon nach einem Tage Sporen, während beim Bacillus oedematis maligni nach 60 Stunden, beim Bacillus anthracis symptomatici nach mehr als vier Tagen, beim Bacillus sporogenes und Bacillus botulinus erst nach fünf Tagen die Sporenbildung nachweisbar ist.

d) Gewöhnliche Gelatinekultur (bei 34° C.).

Clostridium butyricum und Bacillus oedematis maligni entwickeln sich nach einem Tag sehr üppig unter Gasbildung. Die Sporenbildung tritt jedoch erst nach zwei Tagen ein.

Bacillus sporogenes ist nach einem Tag makroskopisch nicht sichtbar, während mikroskopisch sehr zahlreiche, nicht sporentragende Stäbchen nachweisbar sind. Nach zwei Tagen bildet er viel Gas und Sporen.

Bacillus anthracis symptomatici ist nach einem Tag makroskopisch nicht sichtbar, während mikroskopisch zahlreiche Stäbchen und auch Sporen in geringer Menge nachweisbar sind. Nach zwei Tagen bildet er reichlich Gasblasen und Sporen.

Bacillus botulinus entwickelt sich schon nach einem Tag ziemlich üppig und bildet vereinzelte Sporen.

e) 2 proz. Traubenzuckergelatinekultur (bei 34° C.).

Clostridium butyricum bildet nach 18 Stunden schon geringe Sporen, während man makroskopische Entwicklung erst nach 24 Stunden bemerkt.

Bacillus oedematis maligni entwickelt sich schon nach 14 Stunden makroskopisch ganz deutlich und bildet ganz vereinzelte Sporen.

Bacillus sporogenes bildet nach 22 Stunden Sporen, während makroskopische Entwicklung erst nach 24 Stunden bemerkbar ist.

Bacillus anthracis symptomatici wächst ebenso schnell wie der Bacillus oedematis maligni; in einem Präparat waren 5 bis 8 Sporen und ziemlich viele Bacillen nachweisbar.

Bacillus botulinus ist mikroskopisch schon nach 14 Stunden nachweisbar, die Sporenbildung tritt aber erst nach 21 Stunden ein.

Aus diesen Versuchen ergibt sich die auffallende Thatsache, dafs die Anaëroben in 2 proz. Traubenzuckergelatine viel schneller Sporen bilden als in 2 proz. Traubenzuckerbouillon. Warum erfolgt nun die Sporenbildung der Anaëroben in der Nährgelatine viel rascher als in Nährbouillon? Um diese Frage zu lösen, machte ich Versuche mit 2 proz. Traubenzuckerbouillon +

1—30 proz. Gelatine (sogen. 1—30 proz. Bouillongelatine), 0,2—2 proz. Agar (0,2—2 proz. Fleischpeptonagar), 10—30 proz. Gummiarabicum (10—30 proz. Gummilösung), 1—3 proz. Gummitragacantha (1—3 proz. Tragacanth-Lösung) oder 10 proz. Konbu (Konbudekokt). Ich stelle in der II. Tabelle die angeführten Resultate zusammen.

Bacillus oedematis maligni bildet in 5 proz. und 30 proz. Bouillongelatine, sowie 0,4 proz. Fleischpeptonagar ebenso schnell wie in 10 proz. Bouillongelatine, dagegen in 30 proz. Gummilösung viel langsamer als in 2 proz. Traubenzuckerbouillon Sporen. In 0,2 proz. und 2 proz. Fleischpeptonagar, 10 proz. Gummilösung und 1 proz. Traganthlösung tritt die Sporenbildung etwas rascher als in Bouillon ein, während in 10 proz. Konbudekokt der Prozefs ebenso rasch, und zwar nach etwa drei Tagen erfolgt.

Bacillus anthracis symptomatici und Bacillus botulinus bilden in allen versuchten Nährböden die Sporen schneller als in 2 proz. Traubenzuckerbouillon. In der Wassergelatine entwickelt Bacillus anthracis symptomatici sich nicht. In 5 proz. Bouillongelatine und 0,4 proz. Fleischpeptonagar tritt die Sporenbildung von beiden Bacillen ebenso schnell wie in 10 proz. Bouillongelatine oder 2 proz. Traubenzuckergelatine ein.

Die Sporenbildung des Bacillus sporogenes erfolgt in Konbudekokt, 0,4 proz. Fleischpeptonagar, 5 proz. und 10 proz. Bouillongelatine nahezu gleichzeitig und zwar nach einem Tag, während in 30 proz. Gummilösung und Wassergelatine die Sporenbildung ziemlich spät nachweisbar ist. Die übrigen Nährböden sind auch für die Sporenbildung des Bacillus sporogenes günstiger als 2 proz. Traubenzuckerbouillon.

Clostridium butyricum bildet in 1 proz. Bouillongelatine gerade so langsam Sporen wie in Bouillon, während die Sporenbildung in 5 proz. Bouillongelatine und 10 proz. Gummilösung ziemlich schnell, in 10 proz. Bouillongelatine und 0,4 proz. Fleischpeptonagar sehr schnell eintritt. In Wassergelatine, 30 proz. Bouillongelatine und 30 proz. Gummilösung tritt dagegen die Sporenbildung von Clostridium butyricum sehr langsam ein.

Aus den oben geschilderten Beobachtungen entnehmen wir die wichtige Thatsache, dafs die Anaëroben in dünnen und sehr dicken Nährflüssigkeiten sich sehr langsam entwickeln und langsam Sporen bilden, während in mäfsig dicken Nährflüssigkeiten die Sporenbildung sehr schnell erfolgt.

Man mufs nun die Frage beantworten, warum die Anaëroben in dünnflüssigen Nährmedien später Sporen bilden als in dickflüssigen, gallertartigen, obwohl die Qualität und Quantität des Nährstoffes anscheinend gleich sind. Es ergibt sich das aus dem bereits von Klebs für die Hefe hervorgehobenen Grunde. In einem dicken Medium häufen sich die Bakterien an einzelnen Stellen massenhaft an, verbrauchen hier rasch die Nahrung und gehen zur Sporenbildung über. In dünnflüssigen Medien, wo die Bakterien sich gleichmäfsig ausbreiten können und die Nährstoffe ungehindert diffundieren können, befinden sich die Bakterien viel länger in einer nahrungsreichen Umgebung und bilden daher sehr viel später Sporen. Benutzt man zwei Röhrchen, eines mit 0,2 proz. Fleischpeptonagar, in welchem einzelne, kleine, isolierte, geringe Agarflocken in klarer, dünner, wäfsriger Flüssigkeit suspendiert sind, und ein anderes mit 0,4 proz. Fleischpeptonagar, welches mit zahlreichen, kleinen oder grofsen Agarflocken in wäfsriger Bouillon angefüllt ist, so bilden die Bakterien in 0,4 proz. Fleischpeptonagar etwas schneller Sporen als in 0,2 proz. Fleischpeptonagar.

B. Der Einflufs der Quantität der Nährstoffe.

Nach Behring[1]) tritt bei dem Bacillus anthracis in unverdünntem Blutserum die Sporenbildung nicht ein, während in dem Blutserum von Rindern durch weitgehende Verdünnung mit sterilisiertem Wasser (1 T. Blutserum zu 40 T. aq. dest.) sehr reichlich und schnell Sporen gebildet werden; für den Harn ist Ähnliches gefunden worden.

Buchner[2]) sah, dafs der Milzbrandbacillus in 1 proz. Fleischextraktlösung nach 18 Stunden bei 36,5° C. noch keine Sporen

1) Behring, Beiträge zur Ätiologie des Milzbrandes, Zeitschrift für Hygiene etc., Bd. VI, S. 125.

2) Buchner, Centralblatt für Bakteriologie etc., Bd. VIII.

bildet, während in 0,2 proz. Lösung Sporenbildung eingetreten war. Er schlofs aus diesen Versuchen, dafs in verdünnten Lösungen rascher Sporenbildung eintrete.

Schreiber schreibt über den Einflufs verschiedener Konzentration des Liebig'schen Fleischextrakts, des Traubenzuckers und Glycerins auf die Sporenbildung des Bacillus anthracis, subtilis und tumescens und gab folgende Zeitdauer für die Entwickelung der Sporen an:

Nährstoffe	Procent	Bacillus anthracis	Bacillus subtilus	Bacillus tumescens
Liebigs Fleischextrakt	0,5	78 Stunden	70 Stunden	70 Stunden
	5,0	58 »	60 »	68 »
	8,0	56 »	56 »	63 »
	12,0	80 »	56 »	55 »
	16,0	—	54 »	54 »
	23,0	—	50 »	70—84 »
	25.0	—	50 »	—
	40,0	—	68 »	—
	45,0	—	96 »	—
Traubenzucker	1,0	62 Stunden	62 »	58 Stunden
	5,0	60 »	68 »	65 »
	10,0	70 »	74 »	70 »
	15,0	74 »	65 »	68 »
Glycerin	1,0	56 »	58 »	54 »
	5,0	64 »	60 »	58 »
	10,0	—	62 »	60 »
	12,0	—	62 »	—

Stephanidis beobachtete die Bildung der Milzbrandsporen auf Wasseragar mit 1 bis $^1/_{50}$ % Fleischextrakt. Aus seinen Versuchen schlofs er folgendes: Je konzentrierter der Nährboden war, um so rascher trat ceteris paribus die Sporenbildung ein. Bei $^1/_{50}$ % und $^1/_{10}$ % waren die Sporen nach 14 Stunden reif (früher wurde nicht untersucht), auf $^1/_5$ % würden nach 15 Stunden mehrfach reife Sporen beobachtet, auf $^1/_2$ % nie nach 16 Stunden, nicht vor 20 Stunden. Das Wachstum auf schlechten Nährböden ist kümmerlich.

Wie verhält sich nun die Raschheit und Dichtigkeit (Intensität) der Sporenbildung bei wechselnden Mengen gleicher Nähr-

flüssigkeit, sowie auf Nährböden von verschiedener Konzentration an Nährstoffen?

Es soll die Bildung der Sporen beobachtet werden auf Nährböden mit wechselndem Gehalt an Nährsubstanz; ich benutzte dazu 10 proz. Wassergelatine oder Fleischpeptongelatine (teilweise Bouillon) von verschiedenem Gehalt an Fleischpepton, Traubenzucker und Glycerin.

Die Untersuchungen wurden nach folgenden Richtungen hin ausgeführt:

a. Der Einfluſs der Menge gleicher Nährflüssigkeit.
b. Der Einfluſs des Fleischpeptons.
c. Der Einfluſs des Traubenzuckers.
d. Der Einfluſs des Glycerins.

a) Der Einfluſs der Menge gleicher Nährflüssigkeit.

Clostridium butyricum bildet in einem Röhrchen mit 2 proz. Traubenzuckergelatine von 30 ccm bei 34° C. nach 18 Stunden Sporen, während in 100 ccm Gelatine (2 proz. Traubenzuckergelatine) erst nach vier Tagen geringe, in 250 ccm nach fünf Tagen noch keine, nach zehn Tagen geringe und nach 14 Tagen viele, in 900 ccm nach 23 Tagen sich noch keine Sporen bilden. Bei Zimmertemperatur bildet Clostridium butyricum in fester 2 proz. Traubenzuckergelatine von 30 ccm, 800 ccm und 900 ccm ohne groſsen Unterschied nach 16 Tagen reichliche Sporen.

Bacillus sporogenes bildet ebenfalls in 2 proz. Traubenzuckergelatine von 30 ccm bei 34° C. nach einem Tag Sporen, während in 250 ccm Gelatine erst nach 12 Tagen sehr langsam geringe Sporenbildung erfolgt.

Die Sporenbildung des Bacillus anthracis symptomatici erfolgt bei 34° C. in 30 ccm Gelatine nach 14 Stunden, in 100 ccm erst nach 3—4 Tagen, in 250 ccm nach 14 Tagen in sehr spärlicher Weise.

Aus dieser Beobachtung können wir folgendes schlieſsen: Je gröſser die Menge der Nährflüssigkeit, desto langsamer die Sporenbildung.

b) Der Einflufs des Fleischpeptons.

Hierzu benutzte ich Wassergelatine mit verschiedenen Konzentrationen von Kochs Fleischpepton. Die gesamten Kulturen standen bei einer Temperatur von 34° C.

Aus der Tabelle III ersehen wir, dafs in Wassergelatine die Anaëroben sich langsam entwickeln und langsam Sporen bilden. Bacillus anthracis symptomatici wächst in Wassergelatine überhaupt nicht. In Wassergelatine mit geringerer Konzentration bis zu gewissen aufsteigenden Konzentrationen des Fleischpeptons entwickeln sich die Anaëroben allmählich üppiger, während die Sporenbildung allmählich später eintritt, weil in einer Gelatine, welche Fleischpepton in geringer Konzentration enthält, rascher der Mangel des Nährstoffes eintritt, als bei stärkerer Konzentration. In Gelatine mit sehr starkem Fleischpeptongehalt (ca. über 20% Fleischpepton) entwickeln sich die Anaëroben wieder langsam, weil überhaupt das Wachstum der Bakterien durch die höhere Konzentration verlangsamt wird.

c) Der Einflufs des Traubenzuckers.

Als Nährmedium habe ich hierzu Bouillon und Fleischpeptongelatine benutzt und eine bestimmte Quantität von Traubenzucker diesen beiden Urnährböden zugesetzt. Die Kulturen wurden ebenfalls im Brütschrank (34° C.) aufbewahrt.

Aus der Tabelle IV ersehen wir, dafs das Traubenzuckeroptimum beim Bacillus botulinus, sporogenes und oedematis maligni bei 10%, dem Bacillus anthracis symptomatici und Clostridium butyricum bei 8% liegt, hier tritt bei gleichmäfsiger Entwicklung die Sporenbildung sehr frühzeitig und intensiv auf. Bei über 55% Traubenzucker findet beim Bacillus botulinus, sporogenes und oedematis maligni kein Wachstum mehr statt, die Sporenbildung hört indessen schon bei 50% (beim Bacillus botulinus ca. 40%) auf. Für Clostridium butyricum liegt das Maximum des Wachstums bei 60%, das der Sporenbildung bei 55%. Der Bacillus anthracis symptomatici zeigt in 65% noch

ein sehr geringes Wachstum, nie habe ich aber über 60 % Sporenbildung beobachten können. Die Sporenbildungen erfolgen in optimaler Konzentration bei 34° C. nach ca. 16 Stunden.

d) Der Einflufs des Glycerins.

Glycerin hat auf die Sporenbildung der Anaëroben sehr geringen Einflufs.

Der Bacillus oedematis maligni wächst in 5—10 proz. Glyceringelatine ziemlich langsam, und es findet eine makroskopische Entwicklung und Gasbildung erst nach 2—3 Tagen (bei 34° C.) statt. Die Sporenbildung erfolgt in 5 proz. Glyceringelatine nach 30 Stunden, in 10 proz. Glyceringelatine nach 48 Stunden.

Der Bacillus sporogenes entwickelt sich in 5—10 proz. Glyceringelatine nach 1—3 Tagen makroskopisch nicht, während mikroskopisch schon nach 16 Stunden spärliche Stäbchen, sogar in 10 proz. Glyceringelatine nach 24 Stunden einige Sporen und in 5 proz. Glyceringelatine erst nach 48—60 Stunden spärliche Sporen nachweisbar sind.

Der Bacillus anthracis symptomatici bildet in 5 proz. Glyceringelatine nach 16—24 Stunden schon Gas. Die Sporenbildung tritt aber erst nach 48—60 Stunden ein, während in 10 proz. Glyceringelatine sich nach einem Tage schon ein paar Sporen bilden.

Das Wachstum des Bacillus botulinus in 5—10 proz. Glyceringelatine ist schon nach 16 Stunden makroskopisch nachweisbar. Die Sporenbildung erfolgt in 10 proz. Glyceringelatine nach einem Tag, in 5 proz. Glyceringelatine nach 3—5 Tagen.

Clostridium butyricum entwickelt sich in 10 proz. Glyceringelatine viel üppiger als in 5 proz. Glyceringelatine und zwar findet in 10 proz. Glyceringelatine nach einem Tag ziemlich üppige Gas- und Sporenbildung statt. In 5 proz. Glyceringelatine entwickelt er sich sehr langsam und die Sporenbildung erfolgt erst nach 4—5 Tagen.

C. Der Einflufs von chemischen, nicht nährenden Substanzen.

Gewisse Substanzen wirken durch ihre chemischen Eigenschaften auf das Leben der Bakterien ein. Im allgemeinen wachsen die Bakterien am besten auf Substraten, die neutral oder

schwach alkalisch reagieren, trotzdem die Bakterien selbst infolge ihrer Lebensthätigkeit Säure oder Alkali bilden.

Nach Behring[1]) wird der Milzbrandbacillus in Bouillon, welche bei schwach saurer Reaktion die Sporenbildung gestattet, durch Zusatz von Säuren bis zu einem Gehalt = 1,25 ccm Normalsäure in 100 ccm und von Alkalien bis zu 3 ccm Normallauge in 100 ccm die Sporenbildung nicht beeinträchtigt, durch einige Mittel sogar gefördert. Bei Salzsäurezusatz bleibt sie aus bei einem Gehalt von 0,054% = 1 : 1666 = ca. 1,5 ccm Normalsalzsäure in 100 ccm, bei Natronlauge bei einem Gehalt von 0,12% = 1 : 830 = ca. 3,0 ccm Normallauge in 100 ccm, bei Ammoniak 0,098% = ca. 1 : 1000.

Schreiber[2]) beobachtete, dafs eine geringe alkalische Reaktion das Wachstum der Bakterien befördert und die Sporenbildung eher eintreten läfst. Das Optimum von Natrium carbonicum liegt für den Bacillus anthracis bei 0,5—1,0%, für den Bacillus subtilis und tumescens aber um etwas höher, bei 2,0%; das Maximum dagegen bei ersterem Spaltpilz bei 3,0%, bei den letzten beiden bei 5,0%. Bacillus anthracis kann 0,3%, der Bacillus subtilus und tumescens bis zu 1,0% Weinsäure vertragen. — Die Wirkungen, welche ein Zusatz von Natrium chloratum zur Nährflüssigkeit, bezüglich des Wachstums und der Sporenbildung hervorruft, sind hauptsächlich verzögernde, aufserdem kommen noch bei Konzentration über 4 proz. Plasmolyse und bei dem Bacillus subtilis und tumescens Aufhören des Schwärmstadiums und der Hautbildung hinzu. Die höchsten Konzentrationen, welche von den Bakterien vertragen werden, sind für den Bacillus anthracis 4%, für den Bacillus subtilis und tumescens 7%, doch treten dabei überall verkümmerte Stäbchen und Involutionsformen auf.

Buchner beobachtete, dafs ein gewisser Gehalt an Kochsalz in der schwach alkalischen Lösung von 0,2 proz. Fleischextrakt und 0,2 proz. Pepton entschieden die Entwicklung der Sporen des Milzbrandbacillus beschleunigt. Bei einem Zusatz von

---

1) Behring, Zeitschrift für Hygiene, Bd. VI, S. 127.

2) Schreiber, Centralblatt für Bakteriologie etc. Bd. 20, S. 431.

2 % Kochsalz war die Vermehrung geringer, nach 24 Stunden aber die Sporenbildung vollendet, während bei keinem Zusatz von Kochsalz starke Vermehrung, jedoch erst nach 30 Stunden die Sporenbildung nachweisbar ist. Bei einem Zusatz von 4 % Kochsalz bildet er nach 48 Stunden Sporen. Bei 6 % Kochsalz bleibt ihre Bildung aus.

Da verschiedene Eigenschaften der chemischen Stoffe in Betracht kommen, will ich folgende zwei Fragen untersuchen:

a) Den Einfluſs von Säure und Alkali.
b) Den Einfluſs des Kochsalzes.

a) Der Einfluſs von Säure und Alkali.

Alle meine Untersuchungen wurden bei neutraler Reaktion des Nährbodens ausgeführt. Im Folgenden soll nun geprüft werden, inwieweit die alkalische oder saure Reaktion das Wachstum und die Sporenbildung beeinflussen.

Um die alkalische und saure Reaktion in verschiedener Stärke zu erhalten, habe ich einer neutralen 2 proz. Traubenzuckergelatine Natrium carbonicum oder Acidum hydrochloricum in Konzentration von 0,1—1,5 % zugesetzt (s. Zubereitung der Nährböden). Alle Kulturen wurden bei 34° C. aufbewahrt. Der Versuch zeigte, daſs eine geringe alkalische oder saure Reaktion das Wachstum befördert und die Sporenbildung eher eintreten läſst.

Vermehrt man nun aber den Zusatz eben derselben Mittel, so tritt die Sporenbildung zuerst langsamer und unregelmäſsiger ein, schlieſslich bleibt sie vollständig aus und zwar bei einem Zusatz, der die Schnelligkeit und Reichlichkeit des Wachstums noch nicht erheblich beeinträchtigt.

Bei Salzsäurezusatz bleibt die Sporenbildung des Bacillus oedematis maligni, Bacillus anthracis symptomatici, Bacillus botulinus und Clostridium butyricum aus bei einem Gehalt von 0,25 %, während bei einem Gehalt von 0,1—0,15 % makroskopisch deutliche Entwicklung und Gasbildung, von 0,2—0,25 % mikroskopische Entwicklung nachweisbar ist. Das Wachstum hört bei über 0,3 % auf. Bacillus sporogenes bildet bei einem Gehalt von

0,1—0,15 % ziemlich zahlreiche Gasblasen und Sporen. Bei über 0,15 % bildet Bacillus sporogenes keine Sporen, während bei einem Zusatze bis zu 0,25 % dieselben sich nur vereinzelt noch entwickeln.

Bei Zusatz von Natrium carbonicum liegt das Optimum und Maximum noch höher als bei Salzsäurezusatz. Die genaueren Resultate sind in Tabelle V zusammengestellt.

Bei Sodazusatz hört das Wachstum von Clostridium butyricum bei einem Gehalt von 17 % vollständig auf, bei 15 % erfolgt noch mikroskopisches Auswachsen, aber keine Sporenbildung, während dieselbe bei 10 % noch nicht beeinträchtigt ist. Das Wachstum des Bacillus sporogenes hört bei 17 % auf, bei 12—15 % sieht man mikroskopische Entwicklung; die Sporenbildung blieb aber bei 10—15 % gänzlich aus. Das Wachstum des Bacillus anthracis symptomatici und Bacillus oedematis maligni hört bei 20 % auf, bei über 15 % war keine Spur von Sporenbildung mehr vorhanden. Die Sporenbildung des Bacillus botulinus hört bei 17 % auf, während bei 20 % die Entwicklung noch nachweisbar ist.

Endlich wurde noch der Einflufs von Eikonogen, Hydrochinon und Pyrogallussäure auf die Vegetation der Bakterien untersucht.

Wie bereits erwähnt, schreibt Nakagawa, dafs bei gewöhnlichen Nährböden die Zugabe von 1—2 % Traubenzucker, 4 bis 5 % Glycerin, 0,1 % Pyrogallussäure, 0,1 % Hydrochinon und 0,1 % Eikonogen sehr begünstigend auf das Wachstum der Anaëroben, besonders des Tetanusbacillus eingewirkt haben soll. Ich habe auch mit Pyrogallolbouillon (s. Zubereitung der Nährböden) Untersuchungen angestellt, fand aber keinen Unterschied von gewöhnlicher Bouillonkultur. Alle 5 Anaëroben entwickeln sich in Pyrogallolbouillon bei 34 ° C sehr langsam und nicht üppig; die Sporenbildung erfolgt für Bacillus oedematis maligni, Bacillus anthracis symptomatici, Bacillus sporogenes und Clostridium butyricum erst nach 8 Tagen, für Bacillus botulinus erst nach 9 Tagen.

Aber nicht blofs bei Säuren und Alkalien läfst sich die Aufhebung der Sporenbildung durch den Zusatz solcher Mengen nachweisen, welche die Entwicklung noch nicht merklich hemmen;

das Gleiche habe ich auch für eine Reihe anderer Substanzen, z. B. Traubenzucker, Kochsalz u. a. konstatieren können.

Den Einfluſs des Traubenzuckers und anderer Substanzen auf das Wachstum und die Sporenbildung habe ich schon im vorhergehenden Kapitel erwähnt; ich will daher hier nur über den Einfluſs des Kochsalzes einiges bemerken.

b) Der Einfluſs des Kochsalzes.

Meine Untersuchungen wurden mit Fleischextraktwasser oder Fleischpeptongelatine unter Zusatz von 0—10 % Kochsalz angestellt. Die Kulturen werden immer bei 34 ° C. aufbewahrt.

Aus der Tabelle VI ersehen wir, daſs das Optimum der Sporenbildung für Bacillus sporogenes, Bacillus oedematis maligni und Clostridium butyricum bei 0,25 %, für Bacillus botulinus bei 0,25—0,5 %, für Bacillus anthracis symptomatici bei 0,25 oder 0,75% liegt. Das Maximum läſst sich nicht genau bestimmen, weil trotz der sorgfältigsten Behandlung die Resultate in den verschiedenen Versuchen stets ungleich ausfielen. Das Maximum liegt ungefähr für Bacillus oedematis maligni bei 7%, für Bacillus anthracis symptomatici bei 6,5%, für Bacillus sporogenes bei 5%, für Bacillus botulinus bei 2%, oder 5%, bei 5% ist die Sporenbildung des Bacillus botulinus aber unregelmäſsig, für Clostridium butyricum bei 2% oder 4%, wenn auch unregelmäſsig. Das Wachstums-Maximum liegt für Clostridium butyricum bei 6,5%, für Bacillus botulinus, Bacillus sporogenes und Bacillus anthracis symptomatici bei 7%, für Bacillus oedematis maligni bei 7,5%.

Diese 5 Anaëroben bilden in kochsalzhaltigen Nährböden sehr spärliche Involutionsformen, doch sind bei Clostridium butyricum ziemlich häufig verschiedene veränderte Formen nachweisbar.

2. Der Einfluſs des Sauerstoffes.

Nach ihrem Verhalten zum Sauerstoff pflegt man die Bakterien in 3 Klassen zu bringen: Obligate Aëroben, obligate Anaëroben und fakultative Anaëroben.

Für die Aëroben ist der Sauerstoff ein unentbehrliches Lebenselement und muſs als solches unter allen Umständen auch

für die Fortpflanzung Bedeutung haben. Bei obligaten Anaëroben findet nur bei vollkommenem Sauerstoffabschlufs das Wachstum statt; doch hat Kitt den Bacillus oedematis maligni bei Luftzutritt kultiviert.

Nach Koch[1]) vermehren sich die Milzbrandbacillen im Blut und in den Gewebesäften des lebenden Tieres durch Verlängerung der einzelnen Stäbchen und darauf folgende Querteilung; jedoch findet man im lebenden Körper immer nur ganz kurze Fäden, die nur aus einigen wenigen Gliedern bestehen. Im Blute des toten Tieres oder in geeigneten Nährflüssigkeiten wachsen die Bacillen meist zu langen Fäden aus, unter Bildung zahlreicher Sporen. Diese Sporenbildung soll aber nur bei Luftzutritt und innerhalb gewisser Temperaturgrenzen vor sich gehen.

Nach Buchner[2]) hat der Sauerstoff keine besondere Bedeutung für diesen Prozefs bei Bacillus anthracis, und das ist insoweit richtig, als der Sauerstoff nicht die Rolle des auslösenden Reizes versieht, wie der Nahrungsmangel. Anderseits ist für die Sporenbildung nach den Angaben von Schreiber mehr Sauerstoff nötig als für das Wachstum. In Reagenzröhrchen von 150 mm Höhe und 15 mm Durchmesser, die mit Watte verschlossen sind, entscheidet die Höhe der angewandten Flüssigkeitssäule darüber, ob Sporen ausgebildet werden oder nicht. Bei einer Höhe der Nährlösung von ca. 3,7 cm, 7,5 cm und 11 cm geht bei einer Temperatur von 30° C. die Auskeimung der Sporen von Bacillus anthracis und die Entwicklung der Milzbrandwolke gleichmäfsig vor sich. Aber, während sich in den Fäden des Gläschens, welches eine Höhe der Nährflüssigkeit von ca. 3,7 cm hat, nach 54 Stunden Sporen gebildet haben, zeigen die der anderen Gefäfse nichts davon. Erst nach 3 Tagen sind in den oberflächlichen Fäden aus der 1,5 cm hohen Flüssigkeitssäule einzelne Sporen nachzuweisen, eine vollständige Sporenbildung

1) Koch, Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des Bacillus anthracis. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. II, S. 227, 1877.

2) Buchner, Centralblatt für Bakteriologie Bd. VIII, S. 5, 1890.

tritt jedoch nicht ein. Bei einer Höhe der Nährflüssigkeit von ca. 11 cm findet die Sporenbildung bei Bacillus anthracis niemals statt, sondern es zerfallen die Fäden nach 5 Tagen körnig und sterben ab. Gleiche Resultate erhielt Schreiber bei der Untersuchung des Bacillus subtilis und tumescens. Wenn man anstatt des Watteverschlusses einen solchen mit Kork und Paraffin verwendet, müssen zum Ablauf der normalen Entwicklung für den Bacillus subtilis mindestens 3 ccm Luft über der Flüssigkeitssäule sich befinden, für den Bacillus tumescens sind sogar 5 ccm nötig. Von Cohn[1]) u. a. ist es für Bacillus subtilis beobachtet worden, dafs die anfangs in der Flüssigkeit umher schwärmenden Zellen zur Zeit der Sporenbildung sich an der Oberfläche der Kultur ansammeln. Sie suchen hier den höheren Sauerstoffdruck auf, der für die Sporenbildung besonders günstig ist.

Weil beobachtete Sporenbildung beim Bacillus anthracis bei Luftabschlufs (unter Wasserstoff), wenn gewisse Substrate, wie festes Schafblutserum mit 25% Traubenzuckerbouillon, 10% Weizenauszug, 5% Quitten- und Eibischschleim, ferner Kartoffelscheiben angewandt wurden, während in Kulturen mit Bouillon, Gelatine, Agar etc. immer nur Wachstum eintrat.

In einer neuen Untersuchung hat auch Klett[2]) den Einflufs des Sauerstoffes besprochen. Er sagt, dafs erstens die Sporenbildung des Milzbrandbacillus nicht an das Vorhandensein von Sauerstoff gebunden ist, da die Milzbrandbacillen in einer Stickstoffatmosphäre sowie in Büchnerschen Röhren reichlich Sporen bilden, dafs zweitens die Sporenbildung der Milzbrandbacillen bei ihrer Züchtung im Wasserstoff unterbleibt, weil letzterer einen schädigenden Einflufs auf ihre Entwicklung ausübt.

Im Gegensatz zu einer Ansicht von Klett schreibt Jacobitz[3]), dafs der Milzbrandbacillus in reiner Stickstoffatmosphäre bei Beobachtung strenger Anaërobiose keine Dauerformen bildet,

---

1) Cohn, Ref. System der Bakterien von Migula Bd I, S. 175.

2) Klett, Die Sporenbildung des Milzbrandes bei Anaërobiose. Zeitschrift für Hygiene Bd. XXXV, S. 420.

3) Jacobitz, Die Sporenbildung des Milzbrandes bei Anaërobiose. Centralblatt für Bakteriologie Bd. XXX, S. 232.

wenigstens nicht bei Anwendung des Agar-Agars als Nährboden, und daſs auf diesem nur bei Anwesenheit von Sauerstoff Sporen entstehen. Der Stickstoff verhält sich also nicht anders als der Wasserstoff, und es liegt kein Grund vor, letzteren im Gegensatz zu dem ersteren als ein differentes, einen schädigenden Einfluſs auf die Entwicklung des Bacillus anthracis ausübendes Gas hinzustellen.

Migula schreibt in seinem »System der Bakterien« Bd. I., S. 175, daſs die Tetanusbacillen in den Wunden immer in Sporenbildung begriffen sind, was auf einen Einfluſs der Luft auf den Prozeſs hindeutet. Auch die fakultativ anaëroben Bakterien scheinen ihre Sporen nur bei Luftzutritt ausbilden zu können. Pfeffer[1]) vermutet auch, daſs die Anaëroben durch Sauerstoffzutritt zur Sporenbildung veranlaſst werden.

Bezüglich der Einwirkung des Sauerstoffdruckes auf das Wachstum einiger Pflanzen haben Wieler[2]) (Phanerogamen), Klebs[3]) (Algen und Pilze) und andere nachgewiesen, mit wie geringen Sauerstoffmengen noch Wachstum möglich ist. Klebs schlieſst, daſs das Minimum des Sauerstoffdruckes für die Fortpflanzung höher als für das vegetative Wachstum liegt.

Bisher fehlen genaue Untersuchungen über den Einfluſs des Sauerstoffdruckes auf das Wachstum und die Sporenbildung der Bakterien.

Um diese interessante Frage nach dem Maximum des Sauerstoffdruckes für die Sporenbildung zu lösen, machte ich nun mit obligaten Aëroben, fakultativen Anaëroben und obligaten Anaëroben Versuche unter Wasserstoff und im Vacuum.

A. Das Wachstum und die Sporenbildung der Bakterien unter Wasserstoff.

a) Obligate Aëroben.

Wie einige Autoren angeben, kann die Sporenbildung bei manchen Bakterien auf einem passenden Nährboden eintreten,

1) Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. 2, II. Auflage, S. 135, Leipzig 1901.

2) Wieler, Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen Bd. I, S. 194.

3) Klebs, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.

während eine solche auf den gewöhnlichen gebräuchlichen Nährmedien nicht erfolgt. Der Bacillus der blauen Milch bildet z. B. nach Migula auf zähem Althalaschleim und Quittenschleim sehr schöne Sporen, während solche weder auf Nähragar noch in Nährgelatine erhalten werden konnten. Ich habe infolgedessen, um das Wachstum und die Sporenbildung der Bakterien unter Wasserstoff zu untersuchen, sehr verschiedenes pflanzliches und tierisches Nährmaterial in Reagenzgläsern nach der bereits oben beschriebenen Methode, ein anderes Mal auch in Petrischen Schalen, die offen in der Glocke auf dem Teller der Wasserstromluftpumpe standen, benutzt. Die Resultate waren aber immer negativ; es zeigten nämlich der Bacillus anthracis, subtilis, mycoides, implexus, vulgatus, vulgatus ruber und pseudobutyricus in sämtlichen Nährböden makroskopisch absolut keine Entwicklung, mikroskopisch waren nach 1—4 Tagen von der Originalkultur übertragene, sehr geringe Stäbchen in normaler Form oder im Involutionsstadium (besonders auf Kartoffeln bilden sie rasch Involutionsform) aufzufinden; später zerfielen die Stäbchen körnig und starben ab; es hatten sogar von der Originalkultur übertragene Stäbchen in allen Nährböden unter Wasserstoff niemals Sporen gebildet. Bei fortgesetzter Züchtung in Wasserstoff, auch bei einem reichlich sporenhaltigen Ausgangsmaterial, verliert die Kultur, je nach Wahl des Nährbodens, bald früher, bald später ihre Sporen aus nicht näher bekannten Gründen.

Nach meinem Befunde mufs Wasserstoff für das Wachstum und die Sporenbildung der Aëroben nicht geeignet sein, weil oben genannte sieben Aëroben unter Wasserstoff weder Wachstum noch Sporenbildung zeigten.

b) Fakultative Anaëroben.

Bei meinen Versuchen bildeten der Bacillus brevis (Bacillus lactis Nr. I Flügge) und Bacillus X unter Wasserstoff ebenfalls Sporen, während Migula die Sporenbildung von anderen fakultativen Anaëroben nur bei Luftzutritt beobachtet hat. Die fakultativen Anaëroben bilden unter Wasserstoff viel langsamer Sporen

als bei Luftzutritt; ich fand nämlich bei Luftzutritt in 2 proz. Traubenzuckergelatine bei 34° C. nach 1—2 Tagen zahlreiche Sporen, während unter Wasserstoff nach ca. 9—10 Tagen nur geringe Sporenbildung erfolgte. In 2 proz. Traubenzuckerbouillon-Kultur von beiden Bacillen fand ich unter Wasserstoff üppige Entwicklung, aber keine Sporenbildung (nach 16 Tagen). Bei Zusatz von irgendwie das Wachstum hemmenden Substanzen tritt die Sporenbildung sehr schnell ein. In der 0,15 proz. Säuregelatine bilden z. B. beide Bacillen unter Wasserstoff bei 34° C. schon nach 24 Stunden vereinzelte Sporen. Die Resultate meiner Untersuchung sind in Tabelle VII enthalten.

c) Obligate Anaëroben.

Aus Tabelle I—VI u. a. ersehen wir, dafs fünf obligate Anaëroben nicht nur unter Wasserstoff, sondern auch bei Luftzutritt Sporen bilden. Bei Luftzutritt erfolgt die Sporenbildung sehr rasch, z. B. in 2proz. Traubenzuckerbouillon unter Wasserstoff beim Bacillus ödematis maligni nach 3 Tagen, beim Bacillus sporogenes und Clostridium butyricum nach 4 Tagen, beim Bacillus anthracis symptomatici nach 8 Tagen, beim Bacillus botulinus nach 20 Tagen, während bei Luftzutritt erstere 4 Bakterien nach 1 Tage, letztere nach 2—3 Tagen Sporen bilden. Die Raschheit der Sporenbildung von Anaëroben zeigt bei Luftzutritt auf verschiedenen Nährmedien einen sehr geringen oder fast keinen Unterschied; dagegen hängt die Intensität der Sporenbildung von der Stärke ihres Wachstums ab, d. h. in üppig gewachsener Kultur findet reichlichere Sporenbildung statt, als in einer geringer entwickelten, weil eine üppig gewachsene Kultur eine gröfsere Anzahl von Bakterien enthält als eine weniger entwickelte. Es scheint, dafs der Nährstoffmangel in der Umgebung daher hier mit der Veranlassung der Sporenbildung fast nichts zu thun hat, sondern der mafsgebende Faktor unter diesen Umständen der Sauerstoff ist. Nun mufs man die Frage aufwerfen, warum Sauerstoff bei der Sporenbildung der Anaëroben eine grofse Rolle spielt, d. h. warum die Anaëroben bei Luft-

zutritt schnell Sporen bilden, obgleich der Nährboden viel Nahrung enthält. Es liegt nahe, für das Verständnis folgende Umstände in Betracht zu ziehen:

1. Die Anaëroben vermehren sich bei Luftzutritt nicht, weil sie wahrscheinlich keinen Nährstoff aufnehmen können. Deshalb tritt hier der Nährstoffmangel sofort ein, obgleich die Nährböden an Nahrung reich sind.

2. Neben der Hemmung der Nährstoffaufnahme (oder Nährstoffmangel) reizt möglicherweise der Sauerstoff direkt zur Sporenbildung.

3. Nach den beobachteten Thatsachen wirkt der Sauerstoff auf die Fähigkeit der Sporenbildung nicht schädlich ein, während er für die Vermehrung der Stäbchen (Anaëroben) schädlich ist.

B. Das Wachstum und die Sporenbildung der Bakterien im Vacuum.

Wie Tabelle VIII zeigt, hört die Sporenbildung des Bacillus anthracis und mycoides bei einem Drucke von 32,1 mm, also bei einem Sauerstoffgehalt von ca. 26,2 ccm in 2950 ccm Glockenrauminhalt gänzlich auf, während sie bei einem Drucke von 49 mm (Sauerstoffgehalt von ca. 36,5 ccm in 2620 ccm Glockenrauminhalt) noch wahrgenommen werden konnte. Bei dem Bacillus subtilis liegt die Grenze noch höher: bei einem Drucke von 49 mm (Sauerstoffgehalt von ca. 36,5 ccm in 2620 ccm Glockenrauminhalt) bildet er keine Sporen.

Die Grenze für das Wachstum des Bacillus anthracis, mycoides und subtilis liegt äufserst niedrig, und es erscheint sehr wahrscheinlich, dafs im luftleeren Raum bei einem Drucke von 0,0 mm noch spärliche Entwicklung vorhanden ist.

Diese drei Aëroben entwickeln sich bei einem Drucke von 60 mm (Sauerstoffgehalt von ca. 43 ccm in 2620 ccm Glockenrauminhalt) nach 2 Tagen bei Zimmertemperatur sehr üppig; wenn man danach in die Glocke 2413 ccm reinen Wasserstoffs einleitet, tritt die Sporenbildung beim Bacillus anthracis nicht mehr

ein, während Bacillus mycoides und subtilis noch zahlreiche Sporen bilden (s. Versuch Nr. 910, 930 und 990).

Fakultative Anaëroben (Bacillus brevis und X) lassen bei verschiedenem Sauerstoffgehalt keine besondere Einwirkung erkennen.

Fünf Anaëroben entwickeln sich bei einem Luftdruck von 12,4 mm (Sauerstoffgehalt von ca. 9,02 ccm in 2620 ccm Glockenrauminhalt) nicht, und die Vermehrung ist erst bei einem wahrscheinlichen Sauerstoffgehalt von unter ca. 0,008 ccm in 2620 ccm Glockenrauminhalt nachweisbar. Wie ich oben öfters erwähnt habe, tritt die Sporenbildung der Anaëroben bei normalem Luftdruck schnell ein; dagegen erfolgt die Sporenbildung der Anaëroben bei niederem Luftdruck, sowie in Wasserstoff sehr langsam. Bringt man z. B. eine bei 34° C. gewachsene, 4 Tage alte 2 proz. Traubenzuckerbouillonkultur von Anaëroben in das Vacuum bei einem Drucke von 167 mm (Sauerstoffgehalt von ca. 98 ccm in 2620 ccm Glockenrauminhalt) und bei Zimmertemperatur, so tritt die Sporenbildung bei Bacillus sporogenes und ödematis maligni erst nach 9 Tagen, beim Clostridium butyricum nach 12 Tagen, beim Bacillus botulinus und Bacillus anthracis symptomatici nach 13 Tagen ein, während bei normalem Luftdruck nach ca. 2 Tagen, unter Wasserstoff nach ca. 28 Tagen die Sporenbildung nachweisbar ist (vgl. Tabelle XI).

In der Tabelle VIII zeige ich nur die wichtigsten Resultate. Die mit Bacillus botulinus, sporogenes, ödematis maligni und anthracis symptomatici erzielten Resultate stimmen mit dem Clostridium butyricum fast überein.

Aus diesen Beobachtungen ersehen wir, dafs im luftleeren Raume die Aëroben keine, die fakultativen und obligaten Anaëroben üppige Sporen bilden, und dafs bei normalem Luftdrucke die Sporenbildung der Bakterien schneller erfolgt als bei geringem Luftdrucke.

Anhang.

Kulturversuch von Anaëroben mit Hilfe von Aëroben bei Gegenwart von Sauerstoff.

Wie bereits erwähnt, sahen Kedrowski, Scholtz u. a. bei Luftzutritt die Entwicklung von einigen Anaëroben in Mischkultur mit Aëroben. Von demselben Prinzip ausgehend, versuchte ich die Kultur der Anaëroben auch in gewöhnlicher Weise bei Luftzutritt. Als Aërobe verwandte ich hierzu den Bacillus typhosus, Bacillus coli communis, Bacillus acidi lactici, Bacillus proteus vulgaris, Bacillus proteus Zopfii, Bacillus prodigiosus, Bacillus pyocyaneus, Bacillus fluorescens liquefaciens, den theebraunfarbenen Bacillus, Bacillus rubefaciens pyogenes, Bacillus pituitosus, Bacillus odoratus, Bacillus aerophilo similis, Bacillus lactis innocuus, Bacillus lateritium, Bacillus coli non fervoris, Bacillus annulatus aureus, Bacillus aus Eiter, Vibrio cholerae asiaticae, Vibrio Metschnikowii, Mikrococcus tetragenes.

A. In 2proz. Traubenzuckerbouillon (bei 34° C.).

Von drei verschiedenen Probierröhrchen wird in das eine — *a* — das aërobe Bakterium gesät, in das andere — *b* — gleichzeitig das aërobe und anaërobe zusammen. Es wurde noch ein drittes Gläschen — *c* — benutzt und nur mit der anaëroben Art infiziert, sodann in gewöhnlicher Weise dem Luftzutritt ausgesetzt; aber niemals fanden sich im Probierröhrchen *c* irgendwelche Spuren einer Entwicklung.

Es ist eine bekannte Thatsache, daſs das Wachstum der Bakterien in Bouillon sich verschieden äuſsert, indem dieselbe klar bleibt, oder spurweise, schwach, mäſsig stark oder stark getrübt wird und sich auf ihr Häutchen entwickeln kann.

Wie Kedrowski habe ich auch im Probierröhrchen *b*, welches mit den Aëroben und Anaëroben zusammen inficiert wurde, immer eine Entwicklung und Sporenbildung der Anaëroben und gleichzeitig die Entwicklung der Aëroben gesehen. Die Raschheit und Dichtigkeit (Intensität) der Sporenbildung und Entwicklung der Anaëroben zeigen bei einer Mischbouillonkultur mit verschiedenen Aëroben, welche in Bouillon verschieden wachsen, nicht so groſse

Unterschiede, doch wachsen sie im allgemeinen schneller und stärker in stark getrübter als in klar bleibender Bouillon von Aëroben; ich fand sogar bei klar bleibender Bouillon ziemlich oft Sporenbildung und Entwicklung von Anaëroben nicht in der Flüssigkeit, sondern nur im Bodensatz. Wenn einmal stark oder mäfsig getrübte Bouillonkultur sich in den nächsten Tagen, während die Anaëroben sich noch nicht entwickeln, aufklärt, so findet die Entwicklung der Anaëroben nicht in der Flüssigkeit, sondern nur im Bodensatz statt.

In der Regel findet in Mischkulturen von Aëroben und Anaëroben zuerst die Entwicklung der Aëroben statt; bei der mikroskopischen Untersuchung sind die Anaëroben immer in geringerer Anzahl vorhanden als die Aëroben.

Ferner entwickeln sich die Anaëroben bei Anwendung dieser Mischkultur viel mehr in tieferen Schichten, besonders in Niederschlag, als an der Oberfläche.

Die genaueren Resultate stellte ich übersichtlich in der Tabelle IX zusammen.

B. Auf Schräg-Traubenzuckeragar (bei 34 ° C.).

Die Versuche wurden genau in der gleichen Weise wie von Kedrowski ausgeführt: Ich legte die Röhrchen im Brutschrank horizontal, so dafs das Kondenswasser teilweise über die Agaroberfläche hinwegflofs. Wie Kedrowski beobachtet hat, erfolgt eine üppige Entwicklung der Anaëroben an den nassen Stellen, während an den trockenen nur die Aëroben zur Vermehrung gelangen. In der Regel entwickeln sich die Anaëroben in Mischkultur mit den, einen dicken Belag bildenden und schnell wachsenden Aëroben schneller und üppiger als mit solchen, die nur einen dünnen Belag bilden und langsam wachsen (siehe Tabelle X).

C. In abgetöteter Aërobenkultur und dem Filtrat der Aërobenbouillonkultur.

In ähnlicher Weise wie Kedrowski u. a. habe ich auch die Agarkultur von verschiedenen Aëroben nach der Verdunstung des Kondensationswassers durch Chloroformdämpfe vollständig

abgetötet, hierauf 2 proz. Traubenzuckerbouillon zugegossen und endlich mit fünf anaëroben Arten geimpft; hernach wurden sie bei Luftzutritt in den Brütofen gestellt. Sämtliche Kulturen waren steril. Eine nochmalige Wiederholung des Versuches verlief gleichfalls resultatlos. Jedoch habe ich in einzelnen Fällen mikroskopisch spärliche, gefärbte Sporen von Anaëroben gefunden, trotzdem keine Stäbchen mehr vorhanden waren. Derartige Sporen stammen wahrscheinlich von der Originalkultur her, oder es haben die Stäbchen der Originalkultur wegen des Luftzutrittes Sporen gebildet.

Weitere Versuche machte ich sodann, indem ich die Bouillon als Nährboden verwandte. 2—6 Tage alte Aërobentraubenzuckerbouillonkultur wurde durch Kochen im Dampftopf sterilisiert. Nach der Impfung mit Anaëroben wurden sie in den Brütofen gestellt. Die Kulturen ergaben ebenfalls immer ein negatives Resultat.

Einige letzte Versuche mit Filtration von 2—6 Tage alter Aërobentraubenzuckerbouillonkultur ergaben bei Luftzutritt auch immer negative Resultate, während ich unter Wasserstoff ein positives Resultat erzielte (siehe oben).

Nach den Beobachtungen mufs ich mich teilweise in Gegensatz zu Kedrowski stellen, weil die Anaëroben sich in abgetöteter Aërobenkultur und dem Filtrat der Aërobenbouillonkultur bei Luftzutritt nicht entwickeln, während sie sich in Mischkultur mit lebenden Aëroben ziemlich gut vermehren. Es wird nicht, wie Kedrowski meint, von den Aëroben ein Ferment gebildet, welches die Anaëroben auch bei Anwesenheit von Sauerstoff gedeihen läfst, sondern nur die Aufzehrung des Sauerstoffes durch die Aëroben macht den Bakteriengemischen der Anaëroben die Existenz möglich.

3. Der Einflufs der Temperatur.

Im Jahre 1876 beobachtete Cohn[1]) schon den Einflufs der Temperatur auf die Sporenbildung beim Bacillus subtilis:

1) Cohn, Beitrag zur Biologie der Pflanzen, Bd. II, Heft 2 S. 271.

1. Bei einer Temperatur von 47—50° C. vermehren sich die Bacillen noch lebhaft und gelangen in normaler Weise zur Haut- und Sporenbildung.

2. Bei einer Temperatur zwischen 50 und 55° C. hört die Vermehrung und Entwicklung der Bacillen auf, sie bilden bei dieser Temperatur weder Häute noch Sporen, die schwärmenden und die wachsenden Fäden werden getötet, die Sporen dagegen behalten längere Zeit (mindestens 17 Stunden) ihre Keimfähigkeit.

Nach Schreiber beträgt das Temperaturmaximum für die Sporenbildung des Bacillus anthracis und Bacillus temescens auf 1% Liebigsche Fleischextraktlösung mit 1% Pepton 42° C., während dasselbe beim Bacillus subtilis 47° C. beträgt. Nach demselben liegt das Temperaturminimum der Sporenbildung beim Bacillus anthracis bei 14° C., beim Bacillus tumescens bei 12° C., beim Bacillus subtilis bei 10° C.

Für die Sporenbildung des Bacillus anthracis hält Baumgarten[1]) 30° C. für die günstigste Temperatur; bei Temperaturen von 34° C. bleibt nach demselben Autor dieselbe sogar unter den günstigsten Bedingungen aus. Behring[2]) fand dagegen, dafs in einer mit Pepton und Kochsalz versetzten, schwach alkalisch gemachten Bouillon noch bei 36° C. nach 16stündigem Stehen im Brütschrank sehr reichliche Sporenbildung stattfindet. Weil fand bei Bacillus anthracis Sporenbildung in Bouillon, Agar, Gelatine, Blutserum, Kartoffel, Weizenschleim, 2proz. Kochsalzwasser, destilliertem Wasser etc. Dieselbe erfolgte:

bei	12—13° C.	nach	72—108	Stunden	oder keine Sporenbildung.
»	18° »	»	48—50	»	
»	24° »	»	36	»	
»	31° »	»	15—16	»	
»	35° »	»	14—16	»	
»	37° »	»	15—16	»	
»	38—39° »	»	18	»	
»	42° »	»	36	»	oder keine Sporenbildung.

1) Baumgarten, Lehrbuch der pathologischen Mykologie 1890.

2) Behring, Beiträge zur Ätiologie des Milzbrandes Zeitschrift für Hygiene Bd. VI, S. 126 und Bd. VII, S. 171.

Schreiber fand beim Bacillus subtilis in einer Nährlösung von 1 proz. Liebigschen Fleischextrakt mit 1 % Pepton die Sporenbildung:

bei	10°	C.	nach	14 Tagen,
»	12°	»	»	14 »
»	14°	»	»	12 »
»	15°	»	»	8 »
»	20°	»	»	96 Stunden,
»	25°	»	»	80 »
»	30°	»	»	55 »
»	34°	»	»	45 »
»	37°	»	»	36—40 »
»	40°	»	»	36 »
»	42°	»	»	34 »
»	45°	»	»	30—34 »
»	47°	»	»	36 »
»	50°	»	keine Sporenbildung.	

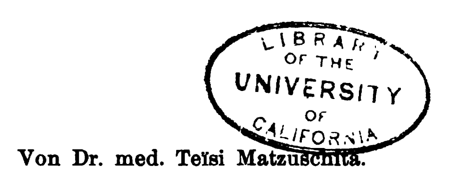
Über das Verhältnis der Optima für das Wachstum und die Sporenbildung läſst sich wenig aussagen. Es scheint, daſs bei manchen Bakterien die Optima für Wachstum und Sporenbildung fast zusammenfallen (Flügge, Kitasato, Schreiber, Weil).

Alle Erfahrungen berücksichtigend, die ich im Laufe der Arbeit gemacht habe, stellte ich nun in Tabelle XI und XII eine ganze Reihe Versuche über den Eintritt der Sporenbildung bei verschiedener Temperatur zusammen.

Der Einfluſs der Temperatur auf das Zustandekommen der Sporenbildung ist nur sehr gering anzuschlagen.

Vor allem hat die Ernährung einen merkbaren Einfluſs, wie Tabelle XI zeigt. Für die Sporenbildung von Clostridium butyricum z. B. liegt das Minimum auf Bouillon bei 22° C. (bei 18° C. keine Sporenbildung), auf 2 proz. Traubenzuckergelatine bei 17° C.

Das Temperaturoptimum liegt beim Bacillus sporogenes, botulinus und Clostridium butyricum bei 38° C., beim Bacillus oedematis maligni und anthracis symptomatici bei 34—41,5° C., hier tritt bei gleichmäſsiger Entwicklung die Sporenbildung sehr



zeitig auf. Unter 12° C. finden beim Bacillus botulinus und anthracis symptomatici kein Wachstum mehr statt, die Sporenbildung hört noch früher (beim Bacillus anthracis symptomatici bei 14° C., beim Bacillus botulinus bei 16° C.) auf. Für den Bacillus sporogenes und oedematis maligni liegt das Minimum des Wachstums bei 14° C., das der Sporenbildung bei 16° C. Clostridium butyricum zeigt bei 16° C. noch geringes Wachstum, aber bei weniger als 17° C. keine Sporenbildung mehr. Das Temperaturmaximum der Sporenbildung liegt beim Bacillus sporogenes und oedematis maligni bei 47° C., beim Bacillus botulinus, anthracis symptomatici und Clostridium butyricum bei 45,5° C. Bei optimaler Temperatur erfolgt nach 14 Stunden in der ganzen Kultur des Bacillus sporogenes, oedematis maligni und Clostridium butyricum die Sporenbildung. Noch schneller als Bacillus sporogenes u. a. bilden Bacillus botulinus und anthracis symptomatici (nach $12^1/_2$ Stunden) die Sporen.

Bei steigender Temperatur tritt die Sporenbildung allmählich schneller ein, doch bilden die Anaëroben in der Nähe des Temperaturmaximums etwas später die Sporen als bei Temperaturoptimum. Bei niederen Temperaturen verhält sich z. B. Bacillus sporogenes sehr ungleichartig; einige Individuen erzeugen Sporen nach 5 Tagen, andere noch nicht nach 13 oder 23 Tagen. Diese Ursache liegt wahrscheinlich darin, dafs das Wachstum unregelmäfsig ist; die einen entwickeln sich schnell und üppig, die anderen sehr langsam.

Nach Klebs ist es eine allgemeine Regel, dafs für die Fortpflanzungsorgane das Temperatur-Minimum höher, das Maximum niedriger liegt als für das Wachstum der gleichen Art. Meine Beobachtungen zeigen in der That, dafs bei den untersuchten Anaëroben die Regel für das Temperatur-Minimum stimmt. Dagegen konnte ich keine deutlichen Unterschiede für das Temperatur-Maximum zwischen Sporenbildung und Wachstum feststellen; für das Vorhandensein eines kleinen Unterschiedes spricht nur die Thatsache, dafs in der Nähe des Maximums ganz vereinzelte Sporen zwischen zahlreichen Bakterien nachweisbar sind.

4. Der Einflufs des Lichtes.

Das Licht hat einen grofsen Einflufs auf das Wachstum der Bakterien. Direkte Sonnenstrahlen hemmen die Entwicklung der Bakterien, die Sporen verlieren sogar ihre Keimfähigkeit; setzt man die Sporen des Bacillus anthracis und Bacillus tumescens, worauf schon Schreiber aufmerksam gemacht hat, 2 Stunden den Sonnenstrahlen aus, so keimen die Sporen nicht mehr aus, während die Sporen des Bacillus subtilis drei Stunden lang die direkten Sonnenstrahlen ertragen, ehe sie ihre Keimfähigkeit verlieren; sie sind gegen Sonnenstrahlen bedeutend weniger empfindlich. Nach Schreiber bildet der Bacillus anthracis nach 15 Minuten, Bacillus tumescens nach 40 Minuten, Bacillus subtilisnach über 1 Stunde langer Einwirkung keine Sporen mehr, sondern sie sterben ab.

Ich habe meine Versuche derartig angestellt, dafs die Versuchsröhrchen mit sporentragenden Bakterien bei ca. 25° C. direkt den Strahlen der Wintersonne ausgesetzt wurden, hierbei wurde jene Beobachtung bestätigt, nach zehnstündiger Einwirkung fand die Entwicklung und Sporenbildung von Bacillus anthracis, subtilis, mycoides, vulgarus, lactis Nr. 1 Flügge, botulinus, sporogenes, oedematici maligni, anthracis symptomatici und Clostridium butyricum nicht mehr statt, obgleich diese Versuchsröhrchen wieder in den Brütofen gestellt wurden. Es waren demnach alle Bakterien bereits abgestorben.

Im hellen (nicht direkten Sonnenstrahl) und dunklen Zimmer (bei Temperatur zwischen 19 und 22° C.) fand ich sehr geringe Unterschiede in der Schnelligkeit der Sporenbildung, während der Einflufs auf das Wachstum sehr deutlich sichtbar war.

Bacillus oedematis maligni entwickelt sich nach 6 Tagen im dunklen Zimmer sehr üppig unter Bildung von Gasblasen, im hellen Zimmer ziemlich schwach. Die Sporenbildung ist aber erst nach 12—13 Tagen nachweisbar. Die Anzahl der Sporen ist im dunklen Zimmer etwas reichlicher als im hellen Raume.

Die Sporenbildung des Bacillus botulinus erfolgt im hellen Zimmer nach 25 Tagen, im dunklen Zimmer nach 23 Tagen.

Bei Bacillus anthracis symptomatici tritt die Sporenbildung in beiden Räumen nach 24 Tagen ziemlich reichlich ein.

Bacillus sporogenes bildet in beiden Räumen nach 5 Tagen Sporen in ganz gleicher Weise.

Dasselbe ist bei Clostridium butyricum in 13 Tagen der Fall.

Alle Anaëroben entwickeln sich im dunklen Zimmer viel üppiger als im hellen Zimmer. Die gebildete Gasmenge ist ebenfalls im dunklen Raume viel reichlicher als im hellen Raume.

V. Zusammenfassung.

Die Resultate der Untersuchungen sind kurz folgende:

1. Die Anaëroben entwickeln sich üppig auf Schrägagar und der Oberfläche der Plattenkultur unter Wasserstoff oder im sauerstofffreien Raum.

2. Bei Gegenwart von Sauerstoff entwickeln sich die Anaëroben in Mischkulturen mit Aëroben, vermehren sich dagegen nicht in abgetöteter Aëroben-Kultur oder im Filtrat von Aërobenbouillonkultur.

3. Für das Wachstum der obligaten Anaëroben beträgt der maximale Gehalt an Sauerstoff ungefähr 0,0031‰ (d. h. ca. 0,008 ccm Sauerstoffgehalt in 2620 ccm Glockenrauminhalt). Das Minimum von Luftdruck für das Wachstum der obligaten Aëroben erscheint aufserordentlich niedrig, sodafs ich dasselbe als luftleer annahm; hier ist nur spurliches makroskopisches Wachstum wahrnehmbar.

4. Im Nährboden vermehren sich zuerst die Bakterien, dann verschlechtert sich der Nährboden und schliefslich tritt die Sporenbildung ein. Dauerndes, lebhaftes Wachstum unter den günstigsten Bedingungen ruft niemals Sporenbildung hervor. Nährstoffmangel ist die nächste Veranlassung der Sporenbildung (vergl. folgenden Satz).

5. Aufser dem Nährstoffmangel spielt der Sauerstoff bei der Sporenbildung der Bakterien eine grofse Rolle. Fakultative Anaëroben und obligate Anaëroben bilden bei Sauerstoffzutritt sehr rasch Sporen. Die Sporenbildung der Anaëroben erfolgt bei Luftzutritt und unter sonstigen günstigen Bedingungen schnell,

trotzdem der Nährboden noch sehr viel Nahrung enthält.

6. Aëroben bilden unter Wasserstoff und bei einem Luftdruck von weniger als 30 mm nie Sporen.

7. Die Sporenbildung tritt bei bester Ernährung, d. h. bei der für die Species optimaler chemischer Zusammensetzung mit grofser Intensität ein, z. B. in 2% Traubenzuckergelatine bilden die Bakterien sehr schnell und zahlreiche Sporen, während sie in Bouillon sehr langsam und weniger zahlreich gebildet werden.

8. In den für das Wachstum ungünstigeren Nährmedien tritt die Sporenbildung schneller ein als in günstigen Nährböden.

9. Für die Sporenbildung der Anaëroben beträgt der optimale Gehalt an Kochsalz 0,25—0,5%, an Traubenzucker 5—10%. Das Temperaturoptimum für die Sporenbildung der Anaëroben scheint eine Temperatur von 34—38° C. zu sein.

10. Die Anaëroben haben viel geringere Widerstandskraft gegen Säure als gegen Alkali. Z. B. 5 Anaëroben entwickeln sich nicht mehr in 0,15—0,25% salzsäurehaltiger Nährgelatine, während in Sodagelatine erst bei 10—15% Gehalt ihre Entwicklung aufhört.

11. Im dunklen Zimmer erfolgt die Entwicklung und Sporenbildung der Bakterien etwas schneller und üppiger als im hellen Zimmer (bei indirektem Sonnenstrahl). Direktes Sonnenlicht ist für sporenfreie Bacillen sehr schädlich.

12. Gegenüber dem Zusatz irgendwie nachteilig wirkender Substanzen, gegenüber Konzentrationen von Nährsubstanz, gegenüber Temperatur und Luftdruck ist im allgemeinen das Wachstum weniger empfindlich als die Sporenbildung. Übersichtlich stelle ich die Hauptresultate in folgender Tabelle zusammen:

Arten der Bakterien	Einfluſs von	Wachstum			Sporenbildung		
		Min.	Optima	Max.	Min.	Optima	Max.
Clostridium butyricum	Traubenzucker (%)	—	5	60	—	8	55
B. botulinus		—	2—10	55	—	10	40
B. sporogenes		—	2—5	55	—	10	50
B. oedematis maligni		—	0,5—5	55	—	10	50
B. anthracis symptomatici		—	2—5	65	—	8	60
Clostridium butyricum	Kochsalz (%)	—	0,5	6,5	—	0,25	4
B. botulinus		—	0,5	7	—	0,25 — 0,5	5
B. sporogenes		—	0,25	7,5	—	0,25 — 0,5	5
B. oedematis maligni		—	0,5	7,5	—	0,25	7
B. anthracis symptom.		—	0,25	7	—	0,25 od. 0,75	6,5
Clostridium butyricum	Soda (%)	—	—	15	—	—	10
B. botulinus		—	—	20	—	—	17
B. sporogenes		—	—	15	—	—	10—15
B. oedematis maligni		—	—	17	—	—	15
B. anthracis symptom.		—	—	17	—	—	15
Clostridium butyricum	Salzsäure (%)	—	—	0,25	—	—	0,2
B. botulinus		—	—	0,25	—	—	0,2
B. sporogenes		—	—	0,25	—	—	0,15
B. oedematis maligni		—	—	0,25	—	—	0,2
B. anthracis symptom.		—	—	0,25	—	—	0,2
Clostridium butyricum	Temperatur (C)	ca. 16°	ca. 34—38°	ca. 45,5°	ca. 17°	ca. 38°	ca. 45,5°
B. botulinus		ca. 12°	ca. 34—38°	ca. 45,5°	ca. 16°	ca. 38°	ca. 45,5°
B. sporogenes		ca. 14°	ca. 34—38°	ca. 47°	ca. 16°	ca. 38°	ca. 47°
B. oedematis maligni		ca. 14°	ca. 34—38°	ca. 47°	ca. 16°	ca 34—41,5°	ca. 47°
B. anthracis symptom.		ca. 12°	ca. 34—38°	ca. 45,5°	ca. 14°	ca. 34—41,5°	ca. 45,5°
Clostridium butyricum	Sauerstoffgehalt in einer Glocke, welche 2620 ccm Rauminhalt hat (ccm)	0	0	0,008	0	Normal Luftdruck ?	—
B. botulinus		0	0	0,008	0		—
B. sporogenes		0	0	0,008	0		—
B. oedematis maligni		0	0	0,008	0		—
B. anthracis symptom.		0	0	0,008	0		—
Bac. lactis Nr. I. Flügge	Luftdruck (mm)	0	Normal Luftdruck	—	0	Normal Luftdruck	—
Bacillus X		0		—	0		—
Bacillus anthracis		0 ?		—	49 mm		—
Bacillus mycoides		0 ?		—	49 mm		—
Bacillus subtilis		0 ?		—	60 mm		—

Zum Schlusse möge es mir noch gestattet sein, Herrn Prof. Dr. Klebs für die Stellung des Themas und für die wertvollen Ratschläge bei der Ausführung der Arbeit meinen tiefsten Dank auszusprechen.

Tabelle I.

a. Clostridium butyricum (bei 34° C.).

Versuchs-nummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt: sofort	1	2	3	4	5	Wachstum
45	2% Traubenzuckerbouillon	1 Tag	0	IV	V	V	V	V	Starke Trübung der Flüssigkeit, üppige Gasbildung
57		2 »	0	III	V	V	V	V	
705		3 »	0	II	III	V	V	V	Die Flüssigkeit bleibt fast klar mit weifsem Bodensatz
267		4 »	I	II	—	—	—	—	Schwach getrübt
707		4 »	I	II	—	—	—	—	Klar mit Bodensatz
268		5 »	0	X	X	I	II	II	Starke Trübung u. Gasbildung
708		5 »	0	II	—	—	—	—	
703		6 »	IV	V	V	V	V	V	Klar mit Bodensatz
709		6 »	II	III	—	—	—	—	
46		7 »	0	II	—	—	—	—	Mäfsige Trübung u. Gasbild.
48		7 »	III	—	—	—	—	—	Schwache Trüb. u. Bodensatz
557		8 »	III	—	—	—	—	—	
544		11 »	I	II	II	—	—	—	Klar mit Bodensatz
260		40 »	I	II	—	—	—	—	
266		45 »	IV	V	V	V	—	—	
213	Gewöhnl. Kartoffel	2 »	III	IV	—	—	—	—	Gasbild. u. Geruch nach Essig
56		16 »	V	V	V	V	V	V	Trockene, weifse, häutchenartige u. nach Essig riechende Auflagerung
53	Glyc. Kartoffel	22 Std.	0	II	III	—	—	—	Gasbildung
55		16 Tage	II	IV	—	—	—	—	Feuchte, geruchlose Auflag.
1415	2% Tr.-Zucker-Agar	1 »	IV	V	—	—	—	—	Üppiges Wachst. u. Gasbild.
1416		$2^1/_2$ »	II	III	—	—	—	—	
1452		4 »	0	V	V	V	V	V	Kaum sichtbare Auflagerung
1453		4 »	V	V	V	—	—	—	Üppiges Wachstum
548	Gewöhnl. Gelatine	1 »	0	II	—	—	—	—	Üppiges Wachst. u. Gasbild.
43		2 »	IV	—	—	—	—	—	
214		2 »	III	IV	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
1623	2% Traubenzuckergelatine	14 Std.	0	I	—	—	—	—	Nur mikrosk. sichtb. Wachst.
1572		18 »	II	—	—	—	—	—	
1624		22 »	II	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
219		24 »	III	IV	—	—	—	—	Starke Trübung u. Gasbildung
1573		24 »	I	III	—	—	—	—	Schwache Trübung
49		5 Tage	III	IV	V	V	V	V	Reichliches Wachstum

Erklärung der Zeichen der Tabelle:

O = Keine Sporenbildung.
X = Unreife Sporenbildung
I = Sehr geringe Sporenbildung (in einem Präparat 1—4 Sporen).
II = Geringe Sporenbildung (in einem Präparat 5—20 Sporen).
III = Mittelmäfsige Sporenbildung.
IV = Reichliche Sporenbildung (in einem Gesichtsfeld 5—10 Sporen).
V = Sehr reichliche Sporenbildung (in einem Gesichtsfeld zahlreiche Sporen).

b. Bacillus botulinus (bei 34° C.).

Versuchs-nummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Wachstum
			sofort	1	2	3	4	5	
730	2% Traubenzuckerbouillon	1 Tag	0	0	0	I	—	—	Sehr schwache Entwicklung
731		2 »	0	0	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
741		3 »	0	0	I	III	—	—	Starke Trübung und Gasbildung
743		4 »	0	—	—	—	—	—	
568		5 »	0	X	I	I	I	II	
332		5 »	?	IV	IV	—	—	—	Schwache Entwicklung
738		7 »	0	0	I	I	—	—	Starke Entwicklung
140		8 »	0	II	II	III	—	—	
575		9 »	0	0	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
745		10 »	0	0	I	—	—	—	Starke Entwicklung
754		12 »	0	III	—	—	—	—	
759		14 »	X	I	II	—	—	—	
1048		18 »	?	II	—	—	—	—	Klar mit Bodensatz
1067		20 »	?	III	—	—	—	—	
1743		20 »	I	III	—	—	—	—	
1458	2% Tr.-Zuckeragar	1 »	?	0	IV	—	—	—	Kleine weifsliche Kolonien
1459		2 »	0	0	IV	—	—	—	
135		3 »	0	III	IV	—	—	—	Üppiges Wachstum
1478		5 »	0	—	—	—	—	—	
1479		5 »	I	—	—	—	—	—	
577	Gewöhnl. Gelatine	1 »	III	—	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
578		2 »	IV	—	—	—	—	—	
1646	2% Traubenzuckergelatine	14 Std.	0	—	—	—	—	—	Makroskopisch kein Wachstum
1652		21 »	0	I	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1651		23 »	I	III	—	—	—	—	
1653		48 »	IV	V	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
1654		72 »	IV	V	—	—	—	—	

c. Bacillus sporogenes (bei 34° C.).

Versuchs-nummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Wachstum
			so-fort	1	2	3	4	5	
760	2 % Traubenzuckerbouillon	1 Tag	0	I	III	—	—	—	Schwache Trübung und Gasbildung
761		2 Tage	0	II	III	—	—	—	Mäßsige Trübung u. Gasbildg.
770		3 »	0	II	IV	III	III	IV	Starke Trübung und Gasbildung
248		4 »	I	IV	—	—	—	—	
773		4 »	I	—	—	—	—	—	
249		5 »	0	III	IV	IV	IV	V	
598		5 »	I	I	III	—	—	—	
774		5 »	0	III	—	—	—	—	
766		6 »	III	—	—	—	—	—	
610		7 »	I	—	—	—	—	—	Klar mit Bodensatz
602		8 »	IV	—	—	—	—	—	Starke Entwicklung
126		9 »	IV	V	—	—	—	—	Schwache Trübung
111		17 »	?	IV	—	—	—	—	Starke Entwicklung
240		40 »	0	0	0	—	—	—	Klar mit Bodensatz
127		45 »	0	0	—	—	—	—	
124	Gewöhnl. Kartoffel	2 »	0	I	—	—	—	—	Makroskopisch undeutliches Wachstum
116		16 »	?	I	—	—	—	—	Weifslichgraue, dünne, kaum sichtbare Aufl.
122	Glycerin-Kartoffel	2 »	0	I	—	—	—	—	Gasbildung und Involutionsformen
115		16 »	?	?	II	IV	—	—	Undeutliches Wachstum
1486	2 % Tr.-Zuckeragar	1 »	0	X	IV	—	—	—	Kleine, zahlreiche Kolonien und Gasbildung
1487		2 »	X	IV	—	—	—	—	Üppiges Wachstum und Gasbildung
110		3 »	0	IV	—	—	—	—	
1669		5 »	IV	—	—	—	—	—	
1670		5 »	IV	—	—	—	—	—	
609	Gewöhnl. Gelatine	1 »	IV	—	—	—	—	—	Makroskop. kein Wachstum
119		2 »	IV	—	—	—	—	—	Starke Entwicklung und Gasbildung
120		3 »	IV	—	—	—	—	—	
1680	2 % Tr.-Zucker-Gelatine	14 Std.	0	—	—	—	—	—	Makroskopisch keine Entwicklung
1681		22 »	I	—	—	—	—	—	
1672		24 »	III	—	—	—	—	—	Schwache Trübung

d. Bacillus oedematis maligni (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Wachstum
			sofort	1	2	3	4	5	
80	2 % Traubenzuckerbouillon	1 Tag	0	II	—	—	—	—	Schleimige Flocken und Gasbildung
82		2 »	0	?	II	II	II	II	
806		3 »	IV	IV	V	—	—	—	
291		4 »	I	II	—	—	—	—	Starke Trübung und Gasbildung
809		4 »	I	—	—	—	—	—	
292		5 »	0	III	—	—	—	—	Schwache Trübung
629		5 »	0	I	—	—	—	—	
801		6 »	II	—	—	—	—	—	
811		6 »	0	II	II	III	—	—	
640		7 »	II	—	—	—	—	—	Starke Trübung und Gasbildung
633		9 »	I	—	—	—	—	—	Mäfsige Trübung
81		11 »	I	I	I	II	—	—	Schwache Entwicklung
278		40 »	0	X	X	0	I	—	Klar mit Bodensatz. Involutionsformen
290		45 »	III	III	—	—	—	—	
154	Gewöhnl. Kartoff.	4 »	?	?	I	II	—	—	Unsichtbares Wachstum
100		16 »	IV	V	—	—	—	—	
153	Glycer.-Kartoff.	4 »	?	?	I	II	—	—	Unsichtbares Wachstum
99		16 »	0	I	II	IV	—	—	
1532	2 % Tr.-Zucker-Agar	1 »	0	X	IV	—	—	—	Üppige Entwicklung
1533		$2^1/_2$ »	IV	V	—	—	—	—	
639	Gewöhnl. Gelatine	1 »	0	IV	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
88		2 »	III	—	—	—	—	—	Sehr üppige Entwicklung und Gasbildung
85		3 »	V	V	—	—	—	—	
149		4 »	V	V	—	—	—	—	
1688	2 % Traubenzuckergelatine	10 Std.	0	I	—	—	—	—	Makrosk. keine Entwickl.
1699		14 »	I	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1690		18 »	II	—	—	—	—	—	Starke Entwicklung
1689		24 »	III	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
194		24 »	I	III	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
195		24 »	0	I	II	—	—	—	Mäfsige Entwicklung

e. Bacillus anthracis symptomaticis (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Wachstum
			sofort	1	2	3	4	5	
59	2% Traubenzuckerbouillon	1 Tag	0	0	I	—	—	—	Makroskopisch klar
61		2 »	0	0	I	II	—	—	Schwache Trübung
831		3 »	0	0	II	—	—	—	
834		4 »	0	I	II	—	—	—	Klar; mikroskopisch Bacillen nachweisbar
65		5 »	X	I	II	—	—	—	Starke Trübung
307		5 »	0	IV	IV	—	—	—	
827		6 »	0	0	II	II	III	—	Klar; mikroskopisch zahlreiche Stäbchen
660		7 »	0	I	II	—	—	—	Schwache Trübung mit Bodensatz
680		8 »	III	—	—	—	—	—	
661		9 »	I	III	—	—	—	—	
301		40 »	II	—	—	—	—	—	Klar mit Bodensatz
196	Gewöhnl. Kartoff.	22 Std.	?	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung, Gasbildung, widerlicher Geruch
75		16 Tage	I	IV	V	—	—	—	Dünne, üb. d. ganze Oberfläche verbreit. schmutziggraue Aufl.
197	Glycer. Kartoff.	4 »	?	?	?	II	—	—	Undeutliche Entwicklung
74		16 »	?	?	II	II	—	—	
1573	2% Traubenzucker-Agar	1 »	X	I	IV	—	—	—	Kleine Kolonien
1574		2½ »	?	III	—	—	—	—	Sehr üppiges Wachstum und Gasbildung
69		3 »	0	IV	—	—	—	—	
1597		4 »	0	I	—	—	—	—	
68		8 »	I	II	IV	—	—	—	
668	Gewöhnliche Gelatine	1 »	II	—	—	—	—	—	Makroskopisch kein Wachst.
76		2 »	IV	V	—	—	—	—	Starke Trübung und Gasbildung
79		3 »	III	V	—	—	—	—	
63		4 »	0	I	—	—	—	—	Schwache Trübung
62		5 »	IV	V	V	—	—	—	Üppige Entwickl. u. Gasbild.
1734	2% Tr.-Zuck.-Gelat.	14 Std.	I	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1741		23 »	I	III	—	—	—	—	

f. Dauer bis zur Sporenbildung der Anaëroben
(Zusammenstellung aus Tabelle Ia bis e).

Nährsubstrat	Clost. butyricum	B. botulinus	B. sporogenes	B. ödematis mal.	B. anthracis symp.
2% Tr.-Zuckerbouillon	4 Tage	20 Tage	4 Tage	3 Tage	8 Tage
2% Tr.-Zuckeragar . .	1 »	5 »	5 »	2½ »	8 »
Gewöhnliche Gelatine	2 »	1 »	1 »	2 »	1 »
2% Tr.-Zuckergelatine	18 Std.	23 Std.	22 Std.	14 Std.	14 Std.

Tabelle II.

a. Clostridium butyricum. (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	6	
534	Konbudekokt . . .	24 Std.	0	0	I	—	—	Klar
370	» . . .	48 »	II	—	—	—	—	Gasbildung
385	1 % Tragacanthlös. .	30 »	0	II	—	—	—	Klar
1760	» » »	12 »	1	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
373	3 % »	24 »	0	I	—	—	—	Starke Entwicklung und Gasbildung
379	» » »	72 »	0	II	—	—	—	
360	10 % Gummilösung.	36 »	II	III	—	—	—	
361	» » » .	72 »	IV	—	—	—	—	
362	30 % » .	84 »	0	I	III	V	V	
363	» » » .	6 Tage	IV	—	—	—	—	
1761	0,2 % Fleischpeptonagar	24 Std.	I	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
383	0,2 % Fleischpeptonagar	30 »	II	—	—	—	—	Üppiges Wachstum und Gasbildung
375	0,4 % Fleischpeptonagar	24 »	III	—	—	—	—	
382	0,4 % Fleischpeptonagar	48 »	III	—	—	—	—	
1415	2 % Fleischpeptonagar	24 »	IV	V	—	—	—	
1416	2 % Fleischpeptonagar	48 »	II	III	—	—	—	
217	Wassergelatine . .	9 Tage	0	0	0	0	—	Schwaches Wachstum
254	» . .	14 »	I	—	—	—	—	
255	» . .	15 »	I	—	—	—	—	
363	1 % Bouillongelatin.	$1^1/_2$ »	0	?	II	—	—	
369	» » »	5 »	X	II	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gabildung
1762	» » »	6 »	I	III	—	—	—	
367	5 % »	1 »	X	III	—	—	—	
368	» » »	2 »	II	III	—	—	—	
219	10 % »	1 »	III	IV	—	—	—	
224	30 % »	11 »	0	0	—	—	—	Undeutliches Wachstum
705	2 % Traubenzuckerbouillon	3 »	0	III	V	V	V	Klar mit Bodensatz
267	2 % Traubenzuckerbouillon	4 »	I	II	—	—	—	Schwache Trübung

b. Bacillus botulinus (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H. entwickeln.	Intensität der Sporenbild Tageanzahl nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt.					Wachstum
			sofort	1	2	3	6	
567	Konbudekokt . . .	24 Std.	0	0	0	0	I	Klar
466	» . . .	48 »	II	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
1758	1 °/₀ Tragacanthlös.	24 »	0	I	—	—	—	Makroskopisch klar
479	» » »	30 »	0	II	—	—	—	
1747	» » »	96 »	I	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
468	3 » »	24 »	0	II	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
475	» » »	72 »	III	—	—	—	—	
1746	10 » Gummilösung	24 »	I	III	—	—	—	Schwache Entwicklung
456	» » »	36 »	IV	V	—	—	—	Starke Entwicklung
329	30 » »	84 »	IV	V	V	V	V	Undeutliches Wachstum
1744	0,2 » Fleischpeptonagar	24 »	X	III	—	—	—	Schwache Entwicklung
478	» » Fleischpeptonagar	30 »	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
469	0,4 » Fleischpeptonagar	24 »	III	—	—	—	—	
477	» » Fleischpeptonagar	48 »	II	—	—	—	—	
185	2 » Fleischpeptonagar	72 »	0	III	IV	—	—	
1479	» » Fleischpeptonagar	5 Tage	I	—	—	—	—	
457	1 » Bouillongelat.	1 ½ »	0	II	—	—	—	Mäfsige Entwicklung und Gasbildung
1745	» » »	3 »	?	III	—	—	—	
460	» » »	5 »	II	—	—	—	—	
458	5 » »	1 »	V	—	—	—	—	
459	» » »	2 »	V	—	—	—	—	
1651	10 » »	1 »	I	III	—	—	—	Schwache Entwicklung
1749	Wassergelatine . .	1 »	0	0	IV	—	—	Klar
136	» . .	3 »	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung
137	» . .	4 »	II	IV	—	—	—	Schwache Entwicklung
1048	2°/₀ Traubenzuckerbouillon . . .	18 »	?	II	—	—	—	Klar mit Bodensatz
1743	» » Traubenzuckerbouillon . . .	20 »	I	III	—	—	—	

c. Bacillus sporogenes (bei 34° C.).

Versuchsnummern	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	6	
593	Konbudekokt	24 Std.	III	—	—	—	—	Reichliche Entwickl.
510	»	48 »	IV	—	—	—	—	
528	1% Tragacanthlösung	30 »	II	—	—	—	—	Makroskopisch klar
513	3% »	24 »	0	IV	—	—	—	Ziemlich reichliche Entwicklung und Gasbildung
523	» »	72 »	II	—	—	—	—	
1759	10% Gummilösung	24 »	III	—	—	—	—	
500	» »	36 »	IV	V	—	—	—	
243	30% »	84 »	0	0	0	IV	—	
245	» »	8 Tage	IV	—	—	—	—	
1758	0,2% Fleischpeptonagar	24 Std.	0	II	—	—	—	Makroskopisch klar
526	» »	30 »	I	—	—	—	—	Schwache Entwickl.
515	0,4% »	24 »	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
525	» »	48 »	III	—	—	—	—	
110	2% »	72 »	0	IV	—	—	—	
1669	» »	5 Tage	IV	—	—	—	—	
129	Wassergelat.	9 »	0	X	X	X	III	Sehr schwache Entw.
238	»	14 »	IV	—	—	—	—	Schwache Entwickl.
1757	1% Bouillongelatine	1 »	I	—	—	—	—	
505	» »	2 »	IV	IV	—	—	—	Üppige Entwickl. und Gasbildung
508	» »	5 »	V	—	—	—	—	
506	5% »	1 »	II	V	—	—	—	
507	» »	2 »	V	—	—	—	—	
1680	10% »	14 Std.	0	—	—	—	—	Klar
1681	» »	22 »	I	—	—	—	—	
770	2% T.-Zucker-Bouillon	72 »	0	II	III	III	IV	Starke Trübung und Gasbildung
248	» »	96 »	I	IV	—	—	—	

d. Bacillus oedematis maligni (bei 34° C).

Versuchs-nummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H-Kultur entwickeln	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	6	
623	Konbudekokt	24 Std.	0	IV	—	—	—	Üppiges Wachstum.
425	»	48 »	?	II	—	—	—	Schwaches Wachstum
624	»	72 »	III	—	—	—	—	Üppige Entwicklung u. Gasbildung
1850	1 % Tragacanthlös.	24 »	X	III	—	—	—	Schwache Entwicklung
440	» »	30 »	II	—	—	—	—	Reichliches Wachstum
430	3 % »	24 »	0	IV	—	—	—	
441	» »	48 „	X	IV	—	—	—	
435	» »	72 »	I	—	—	—	—	
1846	10 % Gummilösung	24 »	I	III	—	—	—	Schwache Entwicklung
415	» »	36 »	III	IV	—	—	—	Ziemlich üppige Entwicklung und Gasbildung
416	» »	72 »	IV	—	—	—	—	
1847	30 % »	24 »	0	X	II	—	—	Schwache Entwicklung.
1848	» »	48 »	0	I	II	—	—	
1849	» »	72 »	0	I	I	II	—	Mäfsige Entwicklung
285	» »	96 »	0	?	III	IV	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung.
289	» »	6 Tage	I	IV	V	—	—	
190	Wassergelatine	3 »	I	—	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
191	»	4 »	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung.
442	0,2 % Fleischpept.-agar	24 Std.	X	—	—	—	—	Üppige Entwickl. mit Gasblasen
438	» »	30 »	I	—	—	—	—	
431	0,4 % »	24 »	III	—	—	—	—	
437	» »	48 »	III	—	—	—	—	
1532	2 % »	24 »	0	X	IV	—	—	
1533	» »	60 »	IV	V	—	—	—	
421	1 % Bouillongelat.	40 »	X	I	II	—	—	Schwache Trübg.
443	» »	72 »	X	I	II	—	—	
424	» »	5 Tage	II	—	—	—	—	Üppige Entwickl. und Gasbildung 30 % Gelatine, verflüssigt sich ziemlich stark
422	5 % »	1 »	II	III	—	—	—	
423	» »	2 »	II	—	—	—	—	
1689	10 % »	1 »	III	—	—	—	—	
150	30 % »	1 »	IV	—	—	—	—	
98	» »	8 »	V	V	—	—	—	
82	2 % Traubenzucker-bouill.	2 »	0	?	II	II	II	
806	» »	3 »	IV	IV	V	—	—	

e. Bacillus anthracis symptomaticis (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubtrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	6	
653	Konbudekokt.	24 Std.	0	0	III	—	—	Makroskopisch klar
399	›	48 ›	II	—	—	—	—	Üppige Entwickl.
1756	1 % Tragacanthlös.	24 ›	X	I	—	—	—	Makroskopisch klar
409	› ›	30 ›	I	—	—	—	—	
400	3 % ›	24 ›	0	I	—	—	—	
1755	› ›	48 ›	X	II	—	—	—	
405	› ›	72 ›	I	—	—	—	—	
387	10 % Gummilös.	36 ›	0	IV	—	—	—	Üppiges Wachstum mit Gasblasen
388	› ›	72 ›	III	V	—	—	—	
305	30 % ›	84 ›	X	X	II	IV	V	
1753	0,2 % Fleischpeptonagar	24 ›	I	III	—	—	—	
407	› ›	30 ›	III	—	—	—	—	
401	0,4 % ›	24 ›	III	—	—	—	—	
406	› ›	48 ›	II	—	—	—	—	
1597	2 % ›	96 ›	0	I	—	—	—	
68	› ›	8 Tage	I	II	IV	—	—	
201	Wassergelatine	3 ›	0	II	II	—	—	Makroskopisch klar
202	›	9 ›	0	0	0	0	0	Mikroskopisch kein Wachstum
390	1 % Bouillongelat.	40 Std.	X	II	—	—	—	Schwache Entw.
1751	› ›	72 ›	?	III	—	—	—	Üppige Entw. u. Gasbildung
1752	› ›	5 Tage	II	III	—	—	—	
392	5 % ›	1 ›	I	III	—	—	—	
393	› ›	2 ›	II	IV	—	—	—	
1741	10 % ›	1 ›	I	III	—	—	—	Schwache Entw.
1750	30 % ›	6 ›	III	—	—	—	—	Üppige Entw. u. Gasbildung
70	› ›	8 ›	V	V	—	—	—	
78	› ›	9 ›	V	—	—	—	—	
660	2 % Traubenzuckerbouillon	7 ›	0	I	II	—	—	Schwache Trüb.
680	› ›	8 ›	III	—	—	—	—	

Tabelle III.

a. Clostridium butyricum (bei 34° C).

Versuchsnummer	Fleischpepton-gehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität d. Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt				Wachstum
			sofort	1	2	3	
217	0	9 Tage	0	0	0	0	Klar, Involutionsformen
254	»	14 »	I	—	—	—	Mäfsiges Wachstum
255	»	15 »	I	—	—	—	
1627	0,3	13 Stunden	I	—	—	—	Klar
1628	»	21 »	I	—	—	—	
535	1,0	19 »	0	0	V	—	
1029	»	36 »	?	IV	—	—	
540	»	48 »	0	I	—	—	Ziemlich üppige Entwicklung und Gasbildung
549	»	72 »	II	—	—	—	
1768	5,0	96 »	II	—	—	—	
1629	10,0	15 »	0	—	—	—	
1630	»	20 »	0	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1776	20,0	73 »	X	—	—	—	
1778	50,0	10 Tage	?	?	I	—	Kein Wachstum?

b. Bacillus botulinus (bei 34° C)..

Versuchsnummer	Fleischpepton-gehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität d. Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt.				Wachstum
			sofort	1	2	3	
1749	0	24 Stunden	0	0	IV	—	Makroskopisch klar
136	»	72 »	IV	—	—	—	Üppige Entwicklung
137	»	96 »	II	IV	—	—	Schwache Entwicklung
1647	0,3	13 »	?	II	—	—	
1648	»	21 »	X	IV	—	—	
1059	1,0	36 »	0	0	0	—	Makroskopisch klar
569	»	48 »	0	IV	—	—	
579	»	72 »	II	—	—	—	Schwaches Wachstum
1773	5,0	72 »	II	—	—	—	
1649	10,0	15 »	X	II	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1650	»	20 »	0	II	—	—	
1774	20,0	72 »	0	I	—	—	
1775	50,0	10 Tage	0	—	—	—	Undeutliche Entwicklung

Versuchs-nummer	Fleisch-Pepton-gehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung, Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt: sofort	1	2	3	Wachstum
c. Bacillus sporogenes (bei 34° C.).							
1764	0	5 Tage	0	0	I	—	
129	0	9 »	0	X	X	X	Schwache Entwicklung (1764–238)
238	0	14 »	IV	—	—	—	
1682	0,3	13 Stund.	I	—	—	—	Mikroskopische Entwicklung
1683	0,3	21 »	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
594	1,0	19 »	0	0	III	—	
1086	1,0	36 »	?	I	IV	—	Makroskopisch klar (594–599)
599	1,0	48 »	0	I	—	—	
611	1,0	72 »	IV	—	—	—	Mäßige Entwicklung (611–1684)
1684	10,0	15 »	0	—	—	—	
1780	50,0	10 Tage	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
d. Bacillus oedematis maligni (bei 34° C.).							
1777	0	24 Stund.	0	0	II	—	Makroskopisch klar
190	0	72 »	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
191	0	96 »	IV	—	—	—	Mäßige Entwicklung
1703	0,3	13 »	I	—	—	—	
1704	0,3	21 »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung (1703–1113)
1113	1,0	36 »	0	IV	IV	—	
630	1,0	48 »	0	IV	—	—	
641	1,0	72 »	III	—	—	—	Mäßige Entwicklung (630–1766)
1766	5,0	72 »	III	—	—	—	
1705	10,0	15 »	I	—	—	—	Makroskopisch klar (1705–1706)
1706	10,0	20 »	I	—	—	—	
1765	20,0	72 »	X	III	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1769	50,0	10 Tage	?	—	—	—	Undeutliche Entwicklung
e. Bacillus anthracis symptomaticis (bei 34° C.).							
201	0	3 Tage	0	II	II	—	Kein Wachstum? (201–202)
202	0	9 »	0	0	0	0	
1737	0,3	13 Stund.	I	IV	—	—	Schwache Entwicklung (1737–1738)
1738	0,3	21 »	II	IV	—	—	
1138	1,0	36 »	0	0	0	—	Makroskopisch klar (1138–655)
655	1,0	48 »	0	0	—	—	
670	1,0	72 »	III	—	—	—	
1770	5,0	72 »	III	—	—	—	
1740	10,0	15 »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung und Gasbildung (670–1772)
1739	10,0	20 »	I	—	—	—	
1772	20,0	72 »	I	—	—	—	
1771	50,0	10 Tage	?	?	—	—	Undeutliche Entwicklung

Tabelle IV.

a. Clostridium butyricum (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Traubenzuckergehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Wachstum
				sofort	1	2	3	4	5	
1788	Bouillon	0	1 Tag	0	—	—	—	—	—	Makroskopisch klar
1789		»	2 »	0	—	—	—	—	—	Sehr schwache Entw.
720		»	4 »	III	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
50		»	10 »	?	?	II	II	II	II	
705		2	3 »	0	II	III	V	V	V	Klar mit Bodensatz
267		»	4 »	I	II	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
703		»	6 »	IV	V	V	V	V	V	Klar mit Bodensatz und Gasblasen
1021		5	6 »	X	I	—	—	—	—	Klar
225		»	11 »	I	—	—	—	—	—	
1018		10	3 »	0	0	0	0	0	I	Gasbildung und Involutionsformen
1790		»	11 »	I	—	—	—	—	—	Klar. Involutionsform.
535	Fleischpeptongelatine	0	19 Std.	0	0	V	—	—	—	Nur mikroskop. Wachst.
540		»	48 »	0	I	—	—	—	—	Gasbild. (üppig. Wachst.)
549		»	72 »	II	III	—	—	—	—	Schwache Entwickl.
550		0,5	24 »	I	—	—	—	—	—	
551		»	48 »	II	—	—	—	—	—	
558		2	16 »	X	III	—	—	—	—	Makroskopisch klar
700		2	24 »	II	II	—	—	—	—	
701		5	» »	II	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung u. Gasbildung
1042		8	» »	III	III	—	—	—	—	Makroskopisch klar
702		10	» »	II	II	IV	—	—	—	
706		15	30 »	0	0	I	II	—	—	Üppige Entwicklung u. Gasbildung
1791		»	7 Tage	II	—	—	—	—	—	
711		20	5 »	0	0	IV	—	—	—	Schwache Entw. und sehr geringe Gasbild.
1792		»	7 »	II	—	—	—	—	—	
1417		30	10 »	IV	—	—	—	—	—	Makroskopisch klar
1430		40	7 »	I	II	—	—	—	—	
1431		50	7 »	I	I	—	—	—	—	
1793		55	20 »	I	—	—	—	—	—	
1794		60	» »	0	—	—	—	—	—	
1795		65	» »	0	—	—	—	—	—	Kein Wachstum

b. Bacillus botulinus (bei 34 C).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Traubenzuckergehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Wachstum
				sofort	1	2	3	4	5	
1807	Bouillon	0	1 Tag	0	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1053		0	3 »	V	—	—	—	—	—	
141		0	8 »	III	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
759		2	14 »	X	I	II	—	—	—	Üppige Entwicklung
1048		2	18 »	?	II	—	—	—	—	Klar mit Bodensatz
1743		2	20 »	I	III	—	—	—	—	
1047		5	6 »	0	II	—	—	—	—	
147		5	9 »	0	I	—	—	—	—	
1045		10	3 »	0	0	—	—	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1809		10	9 »	0	I	—	—	—	—	
1816	Fleischpeptongelatine	0	24 Stunden	0	II	—	—	—	—	Sehr schwache Entwicklg.
569		0	48 »	0	IV	—	—	—	—	
579		0	72 »	III	—	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
580		0,5	24 »	I	III	—	—	—	—	
581		0,5	48 »	III	—	—	—	—	—	
588		2	16 »	I	V	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
732		2	24 »	II	V	—	—	—	—	Üppiges Wachstum
733		5	24 »	I	V	—	—	—	—	
1065		8	24 »	II	III	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
734		10	24 »	III	—	—	—	—	—	Üppiges Wachstum
744		20	48 »	0	0	II	II	—	—	Schwaches Wachstum
1817		20	7 Tage	II	III	—	—	—	—	
1462		30	10 »	0	II	—	—	—	—	
1821		30	20 »	I	II	—	—	—	—	
1470		40	7 »	0	0	I	—	—	—	Mäfsiges Wachstum
1818		40	20 »	I	II	—	—	—	—	
1473		50	7 »	?	0	—	—	—	—	Nur mikroskopische Entlung
1819		55	20 »	0	0	0	—	—	—	
1820		60	20 »	0	0	0	—	—	—	Kein Wachstum

e. Bacillus sporogenes (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Traubenzuckergehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Wachstum
				sofort	1	2	3	4	5	
1082	Bouillon	0	3 Tage	0	III	—	—	—	—	Ziemlich üppige Entwicklung
785		0	4 »	IV	IV	V	—	—	—	
125		0	8 »	II	III	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
770		2	3 »	0	II	III	III	III	IV	
248		2	4 »	I	IV	—	—	—	—	
101		5	2 »	0	II	III	IV	—	—	
1079		5	6 »	X	IV	—	—	—	—	
130		5	9 »	I	IV	—	—	—	—	
1073		10	3 »	0	III	IV	—	—	—	
1781		10	9 »	?	IV	IV	—	—	—	
594	Fleischpeptongelatine	0	19 Std.	0	0	III	—	—	—	Mikroskopische Entwicklung
1086		0	36 »	0	I	IV	—	—	—	
599		0	48 »	0	II	—	—	—	—	
611		0	72 »	IV	—	—	—	—	—	Mäßige Entwicklung
612		0,5	24 »	II	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
613		0,5	48 »	II	IV	—	—	—	—	
619		2,0	16 »	I	—	—	—	—	—	
762		2,0	24 »	III	—	—	—	—	—	Mäßige Entwicklung
763		5,0	24 »	II	IV	—	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1100		8,0	24 »	III	III	—	—	—	—	
764		10,0	24 »	V	—	—	—	—	—	Mäßige Entwicklung
771		15,0	30 »	0	0	I	I	I	II	Schwache Entwicklung und manchmal Gasbildung
1782		15,0	5 Tage	I	III	—	—	—	—	
777		20,0	5 »	0	0	0	0	II	—	
1783		20,0	7 »	III	—	—	—	—	—	
1784		30,0	7 »	I	—	—	—	—	—	
1490		30,0	10 »	IV	—	—	—	—	—	
1512		40,0	7 »	II	II	—	—	—	—	
1513		50,0	7 »	0	0	I	—	—	—	
1785		50,0	20 »	I	I	II	—	—	—	
1786		55,0	20 »	0	0	0	0	—	—	Mikroskop. Entwicklung
1787		60,0	20 »	0	0	0	0	—	—	Kein Wachstum

d. Bacillus oedematis maligni (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Traubenzuckergehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität d. Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung d. H-Kultur u. bei Luftzutritt						Wachstum
				sofort	1	2	3	4	5	
1110	Bouillon	0	3 Tage	0	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entw. und Gasbild.
816		»	4 »	I	II	—	—	—	—	
80		2	1 »	0	II	—	—	—	—	
82		»	2 »	0	?	II	II	—	—	Üppige Entw. und Gasbild.
806		»	3 »	IV	IV	V	—	—	—	
291		»	4 »	I	II	—	—	—	—	
1805		5	2 »	0	0	I	III	III	III	
7		»	4 »	0	I	I	II	—	—	
86		»	6 »	0	I	II	III	—	—	
1107		»	6 »	0	?	IV	V	—	—	Schwache Entwicklung
192		»	8 »	I	IV	—	—	—	—	Üppige Entw. und Gasbild.
90		»	10 »	I	II	IV	IV	—	—	Mäfsige Entwicklung
1105		10	3 »	X	?	?	?	I	I	Makroskopisch klar
1806		»	10 »	?	?	I	II	—	—	
1113	Fleischpeptongelatine	0	36 Std.	0	IV	IV	—	—	—	Makroskopisch klar
630		»	48 »	0	IV	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
641		»	72 »	III	—	—	—	—	—	
642		0,5	24 »	II	V	—	—	—	—	
643		»	48 »	IV	—	—	—	—	—	Üppige Entwicklung
798		2	24 »	I	III	—	—	—	—	Sehr schwache Entwickl.
799		5	24 »	I	IV	—	—	—	—	Schwache Entwicklung.
1120		8	24 »	II	III	—	—	—	—	Undeutliche Entwicklung
800		10	24 »	III	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entw. u. Gasbild.
807		15	30 »	0	0	I	II	—	—	Schwache Entw. u. Gasbild.
1810		»	72 »	I	III	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung und Gasbildung
810		20	48 »	0	II	II	—	—	—	
1814		»	72 »	X	II	—	—	—	—	
1815		30	7 Tage	II	II	—	—	—	—	
1536		»	10 »	IV	—	—	—	—	—	
1548		40	7 »	II	II	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
1549		50	7 »	X	X	II	—	—	—	Nur mikroskopische Entw.
1811		»	20 »	I	I	—	—	—	—	
1812		55	20 »	0	0	—	—	—	—	
1813		60	20 »	0	0	—	—	—	—	Kein Wachstum

e. Bacillus anthracis symptomatici (bei 34° C).

Versuchs-Nummer	Nährsubstrat	Traubenzuckergehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H. entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Wachstum
				sofort	1	2	3	4	5	
1796	Bouillon	0	1 Tag	0	I	III	—	—	—	Fast klar
1133		»	3 »	II	—	—	—	—	—	Üppige Entwicklung
844		»	4 »	I	V	V	—	—	—	
203		»	8 »	IV	V	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
827		2	6 »	0	0	II	II	III	—	Klar mit Bodensatz
660		»	7 »	0	I	II	—	—	—	
680		»	8 »	III	—	—	—	—	—	
1128		5	6 »	0	II	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
204		»	8 »	III	III	—	—	—	—	
1131		»	8 »	III	III	—	—	—	—	
1125		10	3 »	0	0	0	0	0	II	Fast klar
1797		»	8 »	0	I	—	—	—	—	
1803	Fleischpeptongelatine	0	24 Std.	0	II	—	—	—	—	Makroskopisch klar
655		»	48 »	0	0	—	—	—	—	
670		»	72 »	III	—	—	—	—	—	Schwache Trübung
671		05	24 »	I	—	—	—	—	—	Makroskopisch klar
672		»	48 »	II	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
681		2	16 »	III	III	—	—	—	—	Makroskopisch klar
822		»	24 »	III	—	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbild
825		5	24 »	I	II	—	—	—	—	
1147		»	48 »	IV	V	—	—	—	—	
1152		8	24 »	IV	V	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
826		10	24 »	III	—	—	—	—	—	Makroskopisch klar
833		15	30 »	0	0	0	0	0	I	Üppige Gasbildung
1798		15	48 »	0	I	—	—	—	—	
838		20	5 Tage	0	I	II	—	—	—	Makroskopisch klar
1799		20	7 »	III	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1577		30	10 »	II	—	—	—	—	—	Makroskopisch klar
1590		40	7 »	III	III	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1591		50	7 »	II	II	—	—	—	—	Makroskopisch klar
1804		55	20 »	I	—	—	—	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1802		60	20 »	I	—	—	—	—	—	
1801		65	20 »	0	—	—	—	—	—	
1800		70	20 »	0	—	—	—	—	—	Kein Wachstum

Tabelle V.

Versuchs-Nummer	Sodagehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	5	
a. Clostridium butyricum (bei 34° C.).								
219	0	1 Tag	III	IV	—	—	—	
227	0,5	1 »	II	—	—	—	—	
258	0,5	5 Tage	III	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
226	1,0	4 »	0	0	I	—	—	
228	1,0	7 »	II	IV	—	—	—	
269	2,0	5 »	II	—	—	—	—	Mäfsiges Wachstum
1019	2,0	10 »	IV	—	—	—	—	
1796	3,0	5 »	II	—	—	—	—	
1023	3,0	7 »	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
1043	4,0	5 »	III	—	—	—	—	
1428	5,0	3 »	II	—	—	—	—	
1449	8,0	8 »	I	II	—	—	—	
1450	10,0	8 «	0	II	—	—	—	
1799	10,0	12 »	I	II	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1798	12,0	8 »	?	?	—	—	—	
1433	15,0	15 »	0	0	I?	—	—	
1797	17,0	17 »	0	0	0	0	0	Fragliche Entwicklung
b. Bacillus botulinus (bei 34° C.).								
1651	0	1 Tag	I	III	—	—	—	
333	0,2	5 Tage	II	III	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
1837	0,5	5 »	III	—	—	—	—	
330	0,5	9 »	III	III	—	—	—	
331	0,5	11 »	IV	—	—	—	—	
1841	1,0	7 »	?	?	?	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
328	1,0	13 »	0	0	0	0	0	
1842	2,0	5 »	III	—	—	—	—	
1646	2,0	10 »	IV	—	—	—	—	
1050	3,0	7 »	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
1066	4,0	5 »	IV	—	—	—	—	Makroskopisch klar
1467	5,0	6 »	X	II	—	—	—	
1838	5,0	8 »	II	III	—	—	—	
1476	8,0	8 »	I	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1477	10,0	8 »	II	II	—	—	—	
1843	12,0	8 »	I	II	—	—	—	
1474	15,0	8 »	II	II	III	—	—	
1844	17,0	20 »	I	I	II	—	—	MikroskopischeEntwicklung
1845	20,0	20 »	0	0	0	0	0	

c. Bacillus sporogenes (bei 34° C).

Versuchs-nummer	Sodagehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	5	
1672	0	1 Tag	III	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
251	0,2	5 »	II	III	—	—	V	Üppige Entwicklung und Gasbildung
247	0,5	11 »	III	IV	—	—	—	
1803	1,0	5 »	III	—	—	—	—	
239	1,0	10 »	IV	—	—	—	—	
241	1,0	13 »	0	0	0	III	—	Sehr schwache Entwickl.
1806	2,0	5 »	III	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1074	2,0	10 »	IV	—	—	—	—	Ziemlich üppige Entwicklung und Gasbildung
1807	3,0	5 »	III	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung u. Gasbildung
1080	3,0	7 »	III	—	—	—	—	
1101	4,0	5 »	V	—	—	—	—	
1491	5,0	4 »	IV	—	—	—	—	
1519	8,0	8 »	I	II	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1520	10,0	8 »	III	IV	—	—	—	
1804	12,0	8 »	0	0	0	?	?	
1515	15,0	8 »	0	X	I	—	—	Mikroskop. schwache Entwickl. u. Involutionsform
1805	17,0	20 »	0	0	0	0	0	Kein Wachstum?

d. Bacillus oedematis maligni (bei 34° C.).

Versuchs-nummer	Sodagehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	5	
1689	0	1 Tag	III	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
295	0,2	5 »	II	IV	IV	V	—	Mäfsige Entwicklung u. Gasbildung
280	0,5	6 »	V	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
1822	1,0	5 »	II	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
288	1,0	13 »	X	II	III	—	—	Sehr schwache Entwickl.
1824	2,0	3 »	0	III	—	—	—	Fast klar
1106	2,0	10 »	IV	—	—	—	—	Sehr schwache Entwickl. u. manchmal Gasbildung
1825	3,0	5 »	II	—	—	—	—	

Versuchs-nummer	Sodagehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbild., Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	5	
Fortsetzung von d. Bacillus oedematis maligni (bei 34 °C.).								
1108	3,0	7 Tage	V	—	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung und manchmal Gasbildung
1121	4,0	5 »	I	III	—	—	—	
1537	5,0	3 »	II	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
1560	8,0	8 »	0	I	—	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1827	8,0	10 »	I	I	II	—	—	Schwache Entwicklung
1561	10,0	8 »	X	II	—	—	—	
1833	10,0	15 »	I	II	—	—	—	
1834	12,0	8 »	?	I	I	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1520	15,0	8 »	I	II	II	—	—	
1835	17,0	20 »	0	0	0	0	0	
1836	20,0	20 »	0	0	0	0	0	Kein Wachstum
e. Bacillus anthracis symptomatinis (bei 34 ° C.).								
206	0	1 Tag	0	II	III	—	—	Starke Entwicklung
308	0,2	5 »	I	IV	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
306	0,5	11 »	I	II	—	—	—	
1812	1,0	5 »	?	II	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
304	1,0	13 »	0	0	I	II	—	
1813	2,0	5 »	II	—	—	—	—	
1126	2,0	10 »	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
1814	3,0	5 »	II	—	—	—	—	Geringe Entwicklung
1130	3,0	7 »	II	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
1153	4,0	5 »	II	—	—	—	—	Geringe Gasbildung
1816	4,0	6 »	III	—	—	—	—	
1585	5,0	6 »	V	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
1594	8,0	8 »	X	II	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1817	8,0	10 »	III	—	—	—	—	
1595	10,0	8 »	II	II	—	—	—	
1815	12,0	10 »	X	IV	—	—	—	
1592	15,0	8 »	0	II	II	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1818	17,0	20 »	0	0	0	—	—	

Tabelle VI.

a. Clostridium butyricum (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Kochsalzgehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung, Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
				sofort	1	2	3	5	
719	Fleischextraktwasser	0	4 Tage	0	II	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1026		0	5 »	IV	—	—	—	—	
1024		0,5	3 »	I	III	—	—	—	Schwache Entwicklung
720		0,5	4 »	III	IV	IV	—	—	
50		0,5	10 »	?	?	?	I	II	Mäfsige Entwicklung
1025		1,0	3 »	II	—	—	—	—	Makroskopisch klar
721		1,0	4 »	I	I	II	—	—	
535	Fleischpeptongelatine	0	19 Stunden	0	0	V	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1029		0	36 »	0	IV	—	—	—	
540		0	48 »	0	I	—	—	—	Schwache Entwicklung und Gasbildung
549		0	72 »	II	III	—	—	—	
1039		0,25	24 »	III	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
548		0,5	24 »	0	II	—	—	—	Schwache bis üppige Entwicklung und Gasbildung
43		0,5	48 »	IV	—	—	—	—	
214		0,5	48 »	III	III	—	—	—	
1040		0,75	24 »	0	II	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1920		0,75	48 »	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
536		1,0	19 »	0	III	—	—	—	Makroskopisch undeutliche Entwicklung
541		1,0	48 »	0	III	—	—	—	
555		1,0	72 »	IV	—	—	—	—	
537		2,0	19 »	0	0	0	0	—	
542		2,0	48 »	0	II	—	—	—	
556		2,0	72 »	III	—	—	—	—	
1800		3,0	5 Tage	?	II	—	—	—	
1030		3,0	11 »	0	X	III	III	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1429		4,0	5 »	X	II	—	—	—	
1031		5,0	12 »	0	0	0	0	0	
1435		6,5	7 »	0	0	0	0	0	
1801		7,0	15 »	0	0	0	0	0	Fragliche Entwicklung
1802		7,5	15 »	0	0	0	0	0	Keine Entwicklung

b. Bacillus botulinus (bei 34 C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Kochsalzgehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
				sofort	1	2	3	5	
1051	Fleischextraktwass.	0	3 Tage	IV	—	—	—	—	Schwache Trübung
1052		0	4 »	V	—	—	—	—	
1053		0,5	3 »	V	—	—	—	—	Sehr schwache Trübung
141		0,5	8 »	III	III	—	—	—	Starke Trübung
1054		1,0	3 »	III	—	—	—	—	Schwache Trübung
752		1,0	4 »	V	—	—	—	—	
1059	Fleischpeptongelatine	0	36 Std.	0	0	0	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
569		0	48 »	0	IV	—	—	—	
579		0	72 »	III	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1062		0,25	24 »	III	—	—	—	—	
577		0,5	24 »	III	—	—	—	—	Üppige Entwicklung
578		0,5	48 »	IV	—	—	—	—	
1063		0,75	24 »	II	—	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
570		1,0	48 »	0	I	—	—	—	Mikroskopische Entwicklung
583		1,0	72 »	III	—	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
571		2,0	48 »	0	IV	—	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
584		2,0	72 »	III	—	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1060		3,0	11 Tage	0	0	0	IV	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1475		4,0	10 »	X	?	I	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1061		5,0	12 »	0	0	0	X	IV	Nur mikroskopische Entwicklung
1466		6,5	6 »	0	0	0	0	0	
1839		7,0	15 »	0	0	0	0	0	
1840		7,5	15 »	0	0	0	0	0	Kein Wachstum

c. Bacillus sporogenes (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Kochsalzgehalt (%)	Anzahl der Tage in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageszahl nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
				sofort	1	2	3	5	
1061	Fleischextraktwasser	0	3 Tage	V	—	—	—	—	Mäßige Entwicklung
784		0	4 »	I	V	—	—	—	
1062		0,5	3 »	0	III	—	—	—	
785		0,5	4 »	IV	IV	V	—	—	Starke Entwicklung
125		0,5	8 »	I	III	—	—	—	
126		0,5	9 »	IV	V	—	—	—	Schwache Entwicklung
1063		1,0	3 »	IV	—	—	—	—	
594	Fleischpeptongelatine	0	19 Stund.	0	0	IV	—	—	Undeutliche Entwicklung
1086		0	36 »	0	I	IV	—	—	
599		0	48 »	0	II	—	—	—	
611		0	72 »	IV	V	—	—	—	Mäßige Entwicklung
1098		0,25	24 »	IV	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
609		0,5	24 »	IV	—	—	—	—	Makroskopisch klar
119		0,5	48 »	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
120		0,5	72 »	IV	—	—	—	—	
1099		0,75	24 »	I	I	V	—	—	Sehr schwache Entwickl.
595		1,0	24 »	0	0	IV	—	—	Undeutliches Wachstum
600		1,0	48 »	0	IV	—	—	—	Starke Entwicklung und Gasbildung
615		1,0	72 »	I	IV	—	—	—	
601		2,0	48 »	I	II	—	—	—	Schwache Entwicklung
618		2,0	72 »	III	—	—	—	—	
1808		3,0	72 »	0	IV	—	—	—	
1090		3,0	11 Tage	III	—	—	—	—	Mäßige Entwicklung
1496		4,0	5 »	X	IV	—	—	—	Schwache Entwicklung
1097		5,0	12 »	II	?	?	IV	—	Nur mikroskopische Entwicklung
1518		6,5	10 »	?	0	0	—	—	
1809		7,0	15 »	0	0	0	—	—	
1810		7,5	15 »	0	0	0	0	0	Kein Wachstum
1811		8,0	15 »	0	0	0	0	0	» »

d. Bacillus oedematis maligni (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Kochsalzgehalt (%)	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, n. Öffnung d. H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
				sofort	1	2	3	5	
1109	Fleischextraktwasser	0	3 Tage	I	I	I	I	II	Schwache Entwicklung
815		›	4 ›	I	IV	—	—	—	
1110		0,5	3 ›	0	IV	—	—	—	Ziemlich üppige Entw., manchmal Gasbild.
816		›	4 ›	I	II	—	—	—	
1111		1,0	3 ›	IV	—	—	—	—	
7		›	4 ›	0	0	I	II	—	
817		›	4 ›	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung
1113	Fleischpeptongelatine	0	36 Std.	0	IV	IV	—	—	Sehr schwache mikroskop. Entwicklung
630		›	48 ›	0	IV	—	—	—	Schwache Entwicklung
641		›	72 ›	III	—	—	—	—	
1118		0,25	24 ›	V	V	—	—	—	Sehr geringe Entwickl.
639		0,5	24 ›	0	IV	—	—	—	Mäfsige Entwicklung m. geringen Gasblasen
88		›	48 ›	III	—	—	—	—	Üppige Entwicklung m. Gasbildung
85		›	72 ›	V	V	—	—	—	
149		›	96 ›	V	V	—	—	—	
1119		0,75	24 ›	III	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1823		1,0	24 ›	I	—	—	—	—	
631		›	48 ›	IV	IV	—	—	—	Ziemlich üppige Entw. und Gasbildung
644		›	72 ›	III	—	—	—	—	
632		2,0	48 ›	0	II	—	—	—	Sehr schwache Entw.
645		›	72 ›	V	—	—	—	—	Üppige Entwicklung u. Gasbildung
1115		3,0	11 Tage	III	—	—	—	—	Sehr schwache Entw.
1539		4,0	3 ›	III	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1826		5,0	4 ›	?	III	—	—	—	
1116		›	12 ›	X	X	III	—	—	
1538		6,5	4 ›	III	—	—	—	—	
1828		7,0	15 ›	I	I	II	II	II	Mikroskopische Entw.
1829		7,5	15 ›	0	0	0	0	0	
1830		8,0	15 ›	0	0	0	0	0	Fragliche Vermehrung
1831		9,0	15 ›	0	0	0	0	0	Kein Wachstum
1832		10,0	15 ›	0	0	0	0	0	

e. Bacillus anthracis symptomatici (bei 34° C).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Kochsalzgehalt (%)	Anzahl der Tage in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt					Wachstum
				sofort	1	2	3	5	
1132	Fleischextraktwasser	0	3 Tage	0	0	I	I	I	Schwache Entwicklung
843		0	4 »	III	III	IV	—	—	
1133		0,5	3 »	II	—	—	—	—	
844		0,5	4 »	II	V	V	—	—	Mäfsige Entwicklung
203		0,5	8 »	IV	V	—	—	—	
845		1,0	4 »	0	0	0	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1134		1,0	5 »	I	?	?	III	—	Schwache Entwicklung
1138	Fleischpeptongelatine	0	36 Stunden	0	0	0	—	—	Keine Entwicklung?
655		0	24 »	0	0	—	—	—	Mikroskopische Entwicklung
670		0	72 »	III	—	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1150		0,25	24 »	III	V	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
668		0,5	24 »	II	—	—	—	—	Makroskopisch klar
76		0.5	48 »	IV	V	—	—	—	Üppige Entwickl. u. Gasbildg.
63		0,5	96 »	0	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
1921		0,5	96 »	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
62		0,5	5 Tage	IV	V	V	—	—	Üppige Entwickl. u. Gasbildg.
1151		0,75	1 »	IV	—	—	—	—	
656		1,0	2 »	0	III	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
677		1,0	3 »	III	—	—	—	—	
657		2,0	2 »	0	II	—	—	—	
678		2,0	3 »	II	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1821		3,0	5 »	II	III	—	—	—	
1144		3,0	11 »	0	0	0	0	II	
1593		4,0	10 »	I	I	—	—	—	Nur mikroskop. Entwicklung
1149		5,0	12 »	0	0	0	0	III	
1578		6,5	4 »	IV	—	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
1819		7,0	15 »	0	0	0	0	0	Nur mikroskop. Entwicklung
1820		7,5	15 »	0	0	0	0	0	Kein Wachstum

Tabelle VII.

a. Bacillus brevis (Bacillus lactis Nr. 1) bei 34° C.

Versuchs-nummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildg. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur u. bei Luftzutritt					Wachstum
			sofort	1	2	3	4	
348	2% T. Zuckerbouill. (neutral)	5 Tage	0	II	II	III	IV	Klar m. Bodensatz
689	do.	16 »	0	X	II	—	—	Starke Trübung
349	0,2% Sodabouill. (alkal.)	5 »	0	III	III	—	—	Schwache Trübung
351	do.	16 »	I	IV	—	—	—	
350	0,1% Säurebouillon (sauer)	5 »	X	I	III	IV	IV	Mäfsige Trübung
352	do.	10 »	I	III	—	—	—	
353	Konbudekokt	5 »	0	—	—	—	—	
855	do.	17 »	0	—	—	—	—	
690	do.	18 »	0	0	III	—	—	
488	Pyrogallolbouillon	5 »	0	—	—	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
487	do.	9 »	II	—	—	—	—	
489	do.	10 »	II	—	—	—	—	
491	1% Tragacanthlösung	3 »	X	X	III	IV	IV	Üppige Entwicklung
354	do.	10 »	II	IV	—	—	—	
483	10% Gummilösung	1½ »	X	IV	—	—	—	
355	do.	10 »	I	IV	—	—	—	
346	30% Gummilösung	3½ »	I	I	II	IV	—	Makroskopisch undeutliche Entwicklung
356	do.	10 »	II	IV	—	—	—	
490	0,2% Fleischpeptonagar	3 »	0	0	—	—	IV	Üppige Entwicklung
686	Fleischpeptongelatine	2 »	X	II	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
687	1% Kochsalzgelatine	2 »	X	II	—	—	—	
688	2% Kochsalzgelatine	2 ‹	X	II	—	—	—	
231	0,15% Säuregelat. (sauer)	1 »	I	II	IV	—	—	Üppige Entwicklung
357	0,5% Sodagelat. (alkalisch)	5 »	0	III	—	—	—	
347	do.	9 »	II	III	IV	—	—	Üppige Entwicklung, Gasbildung u. Involutionsformen
232	1% Sodagelatine (alkalisch)	5 »	0	0	0	II	—	
691	do.	9 »	II	IV	V	—	—	
484	2% Traubenzuckergelatine	7 »	0	II	II	—	—	Mäfsige Entwicklung
692	do.	9 »	II	V	—	—	—	
485	do.	16 »	IV	—	—	—	—	Üppige Entwicklung
486	do.	23 »	V	—	—	—	—	

b. Bacillus X (bei 34° C.).

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Anzahl der Tage, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt: sofort	1	2	3	4	Wachstum
320	2 $^0/_0$ Traubenzuckerbouillon (neutral)	5 Tage	0	II	IV	V	V	Mäfsige Trübung
697	do.	16 »	0	0	I	II	—	Mäfsige Trübung und Involutionsformen
321	0,2 $^0/_0$ Sodabouillon (alkalisch) . . .	5 »	0	II	II	III	—	Mäfsige Trübung (321, 323)
323	do.	10 »	0	I	II	—	—	
322	0,1 $^0/_0$ Säurebouillon (sauer)	5 »	0	0	II	III	IV	Starke Trübung
324	Pyrogallolbouillon .	2 »	0	0	—	—	—	Undeutliche Entwicklung
447	do.	9 »	III	—	—	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung
448	1 $^0/_0$ Tragacanthlös.	3 »	0	0	0	I	I	Kein Wachstum? (448, 325)
325	do.	4 »	0	0	0	0	0	
444	1,0 $^0/_0$ Gummilös. .	1½ »	X	IV	—	—	—	Undeutliches Wachstum
326	do.	4 »	0	IV	IV	—	—	Schwache Entwickl. (326, 318)
318	3,0 $^0/_0$ Gummilös. .	3½ »	0	I	I	—	—	
694	Fleischpeptongelat.	2 »	?	I	—	—	—	Nur mikroskopische Entwicklung (694–696)
695	1 $^0/_0$ Kochsalzgelat.	2 »	0	II	—	—	—	
696	2 $^0/_0$ »	2 »	0	II	—	—	—	
229	0,15 $^0/_0$ Säuregelatine (sauer) . .	1 »	II	III	—	—	—	Schwache Entwicklung (229–319)
312	do.	5 »	IV	IV	V	—	—	
327	0,5 $^0/_0$ Sodagelatine (alkalisch) . . .	1 »	0	II	—	—	—	
319	do.	11 »	I	IV	—	—	—	
313	1 $^0/_0$ Sodagelatine (alkalisch) . . .	13 »	0	0	0	II	—	Mäfsige Entwicklung (313–446)
698	2 $^0/_0$ Traubenzuckergelatine	2 »	0	I	II	—	—	
445	do.	7 »	0	0	0	II	—	
699	do.	11 »	II	II	III	—	—	
446	do.	16 »	IV	V	—	—	—	

Tabelle VIII.

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Rauminhalt der Glocke	Luftdruck	Sauerstoffgehalt in der Glocke	Wasserstoffgehalt in der Glocke	Versuchsdauer. In Tagen	Intensität der Sporenbild. Tageanzahl, nach Öffnung der Glocke und bei normalem Luftdruck			Wachstum
		ccm	mm	ccm	ccm		sofort	1	2	
				a. Bacillus anthracis (bei Zimmertemperatur).						
859	Kartoffel	—	Normal	Normal	0	—	—	I	II	Üppig
865	Agar	—	»	»	0	—	—	0	II	
866	Gelatine	—	»	»	0	—	—	0	II	
885	Kartoffel	2620	250,0	181,92	0	4	0	II	—	Üppig
886	Agar	2620	250,0	181,92	0	4	I	II	—	
887	Kartoffel	2620	117,0	86,89	0	5	I	II	V	
888	Agar	2620	117,0	86,89	0	5	0	0	V	
990	»	2620	60,0	43,00	2413	9	0	—	—	
988	»	2990	55,0	45,06	0	8	III	—	—	
989	Gelatine	2990	55,0	45,06	0	8	II	—	—	
889	Agar	2620	49,0	36,54	0	6	IV	—	—	
890	Kartoffel	2620	49,0	36,54	0	6	0	X	III	
893	Agar	2950	32,1	26,21	0	5	0	—	II	Schwach
891	»	2510	21,3	11,00	0	6	0	—	—	
892	Gelatine	2510	21,3	11,00	0	6	0	—	—	
894	Agar	2620	12,4	9,02	0	11	0	0	—	
991	»	2620	4mal nach jedesmal. Zuleiten v. H auf 250 mm ausgepumpt	0,008	867	16	0	I	II	
992	»	2275	5mal auf 208 mm ausgepumpt	0,000 000 44	620	12	0	II	—	
				b. Bacillus mycoides (bei Zimmertemperatur).						
858	Kartoffel	—	Normal	Normal	0	—	—	X	IV	Üppig
863	Agar	—	»	»	0	—	—	0	II	
864	Gelatine	—	»	»	0	—	—	0	II	
919	Kartoffel	2620	250,0	181,92	0	4	?	—	—	Üppig
918	Agar	2620	250,0	181,92	0	4	II	—	—	
921	Kartoffel	2620	117,0	86,89	0	5	X	X	II	
920	Agar	2620	117,0	86,89	0	5	IV	—	—	
930	»	2620	60,0	43,00	2413	9	V	V	V	üppig, ab. keine verzw. Ausläuf.
923	Kartoffel	2620	49,0	36,54	0	6	?	—	—	Üppig
922	Agar	2620	49,0	36,54	0	6	IV	—	—	
926	»	2950	32,1	26,21	0	5	0	—	—	Mäfsig
924	»	2510	21,3	11,00	0	6	0	—	—	
925	Gelatine	2510	21,3	11,00	0	6	0	—	—	
927	Agar	2620	12,4	9,02	0	5	0	—	—	Sehr schwach
928	»	2620	4mal auf 250 mm ausgepumpt	0,008	867	16	0	—	—	
929	»	2275	5mal auf 208 mm ausgepumpt	0,000 000 44	620	12	0	—	—	

c. Bacillus subtilis (bei Zimmertemperatur).

Versuchs-Nummer	Nährsubstrat	Rauminhalt der Glocke. ccm	Luftdruck. mm	Sauerstoffgehalt in der Glocke. ccm	Wasserstoffgehalt in der Glocke. ccm	Versuchsdauer. In Tagen	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung d. Glocke u. bei normalem Luftdruck			Wachstum
							sofort	1	2	
860	Kartoffel	—	Normal	Normal	0	—	—	0	II	Üppig
867	Agar	—	»	»	0	—	—	II	IV	
868	Gelatine	—	»	»	0	—	—	II	III	
904	Kartoffel	2620	250,0	181,92	0	4	II	IV	—	Üppig
903	Agar	2620	250,0	181,92	0	4	IV	—	—	
906	Kartoffel	2620	117,0	86,89	0	5	I	—	—	
905	Agar	2620	117,0	86,89	0	5	0	—	—	Sehr schwach
910	Agar	2620	60,0	43,00	2413	9	IV	—	—	
908	Kartoffel	2620	49,0	36,59	0	6	0	—	—	Üppig
907	Agar	2620	49,0	36,59	0	6	0	—	—	Spur
909	Gelatine	2510	21,3	11,01	0	6	0	—	—	Üppig
911	Agar	2620	4 mal auf 250 mm ausgepumpt	0,008	867	16	0	—	—	Undeutlich
912	Agar	2275	5 mal auf 208 mm ausgepumpt	0,000 000 44	620	12	0	—	—	Mäfsig

d. Bacillus X (bei Zimmertemperatur).

Versuchs-Nummer	Nährsubstrat	Rauminhalt der Glocke. ccm	Luftdruck. mm	Sauerstoffgehalt in der Glocke. ccm	Wasserstoffgehalt in der Glocke. ccm	Versuchsdauer. In Tagen	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung d. Glocke u. bei normalem Luftdruck			Wachstum
							sofort	1	2	
881	Agar	—	Normal	Normal	0	—	—	0	II	Üppig
942	»	2620	60,0	43,00	2413	9	III	—	—	Üppig
940	»	2950	32,1	26,21	0	5	IV	—	—	
941	»	2620	12,4	9,02	0	11	0	—	—	
945	»	2620	4 mal auf 250 mm ausgepumpt	0,008	867	16	I	—	—	
946	»	2275	5 mal auf 208 mm ausgepumpt	0,000 000 44	620	12	IV	—	—	
943	»	2620	6 mal auf 257,5 mm ansgepumpt	0.000 000 000 000 133	914,77	16	II	—	—	
1924	»	—	—	0	rein H.	5	II	—	—	Üppig

e. Bacillus brevis (lactis Nr. 1 Flügge) bei Zimmertemperatur.

Versuchs-Nummer	Nährsubstrat	Rauminhalt der Glocke. ccm	Luftdruck. mm	Sauerstoffgehalt in der Glocke. ccm	Wasserstoffgehalt in der Glocke. ccm	Versuchsdauer. In Tagen	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung d. Glocke u. bei normalem Luftdruck			Wachstum
							sofort	1	2	
861	Agar	—	Normal	Normal	0	—	—	0	II	Üppig
862	Gelatine	—	»	»	0	—	—	0	II	
934	Agar	2620	60,0	43,00	2413,00	9	0	—	—	Üppig
932	»	2950	32,1	26,21	0	5	X	—	—	
931	»	2510	21,3	11,01	0	6	0	—	—	
933	»	2620	12,4	9,02	0	11	0	—	—	
937	»	2620	4 mal auf 250 mm ausgepumpt	0,008	867,00	16	I	—	—	
938	»	2275	5 mal auf 208 mm ausgepumpt	0,000 000 44	620,00	12	III	—	—	
936	»	2620	6 mal auf 257,5 mm ausgepumpt	0,000 000 000 000 188	914,77	16	0	—	—	
935	»	2950	5 mal auf 60 mm ausgepumpt	0,000 000 000 000 0045	2950,00	14	II	—	—	
1922	»	—	—	0	rein H.	5	I	—	—	Üppig
1923	»	—	—	0	»	6	III	—	—	

f. Clostridium butyricum (bei Zimmertemperatur).

Versuchs-Nummer	Nährsubstrat	Rauminhalt der Glocke. ccm	Luftdruck. mm	Sauerstoffgehalt in der Glocke. ccm	Wasserstoffgehalt in der Glocke. ccm	Versuchsdauer in Tagen	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung d. Glocke u. bei normalem Luftdruck			Wachstum
							sofort	1	2	
962	Gelatine	2990	210,0	172,00	0	9	0	—	—	kein Wachstum
963	»	2990	210,0	172,00	2164	4	0	—	—	
959	Agar	2950	32,1	26,21	0	5	0	—	—	
960	»	2620	12,4	9,02	0	11	0	—	—	
967	Gelatine	2620	4 mal auf 250 mm ausgepumpt	0,008	867	16	V	—	—	Zimlich üppig
968	Agar	2620	»	0,008	867	16	IV	—	—	
969	Gelatine	2275	5 mal auf 208 mm ausgepumpt	0,000 000 44	620	12	III	—	—	
964	»	2620	6 mal auf 257,5 mm ausgepumpt	0,000 000 000 000 138	914,77	16	II	—	—	
965	»	2620	»	0,000 000 000 000 133	914,77	16	IV	—	—	
961	»	2950	5 mal auf 60 mm ausgepumpt	0,000 000 000 000 0045	2970	14	V	—	—	
42	»	—	—	0	rein H.	10	X	IV	—	Üppig
52	»	—	—	0	» »	16	III	V	—	
1925	Agar	—	—	0	» »	16	II	IV	—	

Tabelle IX.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Mischbouillon-kultur (B)	Sporenbildung der Anaëroben in oberen Schichten der Bouillon; in Tagen				
				1	2	3	4	6
1391	Bacillus typhosus	Clostridium butyricum	Starke Trüb.	X	III	—	—	—
1392		Bacillus botulinus		0	III	—	—	—
1393		Bacillus sporogenes		X	IV	—	—	—
1394		Bacillus oedematis maligni		0	IV	—	—	—
1395		Bac. anthracis symptomatici		0	III	—	—	—
1331	Bacillus coli comm.	Clostridium butyricum	Starke Trüb.	0	0	IV	—	—
1332		Bacillus botulinus		0	0	IV	—	—
1333		Bacillus sporogenes		0	0	III	—	—
1334		Bacillus oedematis maligni		0	II	IV	—	—
1335		Bac. anthracis symptomatici		I	III	—	—	—
1251	Bacillus acidi lactici	Clostridium butyricum	Starke Trübung u. Gasbildung. Nach 6 Tagen klärt sie sich wieder auf	I	I	I	II	0
1252		Bacillus botulinus		III	II	III	III	0
1253		Bacillus sporogenes		0	X	II	III	I
1254		Bacillus oedematis maligni		0	X	I	II	0
1255		Bac. anthracis symptomatici		0	X	II	II	0
1241	Bac. proteus vulgaris I	Clostridium butyricum	Nach 1 Tag mäfsige Trüb., nach 6 Tg. klärt sie sich allmähl. wieder auf	0	0	II	I	I
1242		Bacillus botulinus		II	II	II	I	I
1243		Bacillus sporogenes		I	I	II	I	I
1244		Bacillus oedematis maligni		0	0	II	II	0
1245		Bac. anthracis symptomatici		0	0	III	0	0
1411	Bac. proteus vulgaris II	Clostridium butyricum	N. 1 Tg. bl. d. Bouill. noch klar, n. 2 Tagen mäfs. Trb.	X	II	—	—	—
1412		Bacillus botulinus		X	II	—	—	—
1413		Bacillus sporogenes	n. 1 T. m. Tr.	0	0	IV	—	—
1414		Bacillus oedematis maligni	wie b. B. botulinus	X	IV	—	—	—
1415		Bac. anthracis symptomatici		I	II	—	—	—
1311	Bac. proteus Zopfii	Clostridium butyricum	Spur Trüb.	0	III	?	—	—
1312		Bacillus botulinus	Mässige Trübung	0	IV	III	—	—
1313		Bacillus sporogenes		0	II	IV	—	—
1314		Bacillus oedematis maligni		X	III	III	—	—
1315		Bac. anthracis symptomatici		0	II	0?	—	—

Fortsetzung zu Tabelle IX.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Mischbouillonkultur (B)	Sporenbildung der Anaëroben in oberen Schichten der Bouillon. In Tagen				
				1	2	3	4	6
1201	Bacillus prodigiosus	Clostridium butyricum	Starke Trübung	II	II	—	—	—
1202		Bacillus botulinus		I	II	—	—	—
1203		Bacillus sporogenes		I	V	—	—	—
1204		Bacillus oedematis maligni		I	IV	—	—	—
1205		Bac. anthracis symptomatici		0	0	X	I	I
1211	Bacillus fluorescens liquefaciens	Clostridium butyricum	Starke Trübung und Gasbildung	I	I	IV	—	—
1212		Bacillus botulinus		X	I	I	III	—
1213		Bacillus sporogenes		III	II	II	—	—
1214		Bacillus oedematis maligni		X	I	I	IV	—
1215		Bac. anthracis symptomatici		II	III	—	—	—
1321	Theebraun-farb. Bacill.	Clostridium butyricum	Schwache Trübung	I	III	—	—	—
1322		Bacillus botulinus		?	III	—	—	—
1323		Bacillus sporogenes		III	III	—	—	—
1324		Bacillus oedematis maligni		I	II	—	—	—
1325		Bac. anthracis symptomatici		III	III	—	—	—
1291	Bacillus rubefaciens pyogenes	Clostridium butyricum	Starke Trübung	0	I	II	—	—
1292		Bacillus botulinus		0	III	II	—	—
1293		Bacillus sporogenes		0	II	0	—	—
1294		Bacillus oedematis maligni		I	II	0	—	—
1295		Bac. anthracis symptomatici		0	II	0	—	—
1221	Bacillus pituitosus	Clostridium butyricum	Diffuse starke Trübung	II	II	II	—	—
1222		Bacillus botulinus		I	I	II	—	—
1223		Bacillus sporogenes		II	V	—	—	—
1224		Bacillus oedematis maligni		I	III	III	—	—
1225		Bac. anthracis symptomatici		X	I	II	—	—
1341	Bacillus pyocyaneus	Clostridium butyricum	Starke Trübung	I	III	—	—	—
1342		Bacillus botulinus		I	III	—	—	—
1343		Bacillus sporogenes		I	III	—	—	—
1344		Bacillus oedematis maligni		?	III	—	—	—
1345		Bac. anthracis symptomatici		0	I	III	—	—

Fortsetzung zu Tabelle IX.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Mischbouillon-Kultur (B)	Sporenbildung der Anaëroben in oberen Schichten der Bouillon in Tagen				
				1	2	3	4	6
1281	Bacillus odoratus	Clostridium butyricum	Starke Trübung und Gasbildung	0	0	0	0	?
1282		Bacillus botulinus		X	II	II	—	—
1283		Bacillus sporogenes		0	IV	II	0	—
1284		Bacillus oedematis maligni		I	IV	III	—	—
1285		Bac. anthracis symptomatici		0	0	I	III	IV
1301	Bacillus aëro-philosimilis	Clostridium butyricum	Schwache Trübung	X	III	III	—	—
1302		Bacillus botulinus		0	I	V	—	—
1303		Bacillus sporogenes		0	IV	V	—	—
1304		Bacillus oedematis maligni		0	IV	III	III	0
1305		Bac. anthracis symptomatici		0	V	III	II	0
1271	Bacillus lactis innocuus	Clostridium butyricum	Schwache Trübung	0	0	0	I	II
1272		Bacillus botulinus		0	I	II	—	—
1273		Bacillus sporogenes		0	II	III	—	—
1274		Bacillus oedematis maligni		0	IV	III	—	—
1275		Bac. anthracis symptomatici		0	III	IV	—	—
1371	Bacillus late-ricium	Clostridium butyricum	Klar bis schwache Trübung	0	II	—	—	—
1372		Bacillus botulinus		X	II	—	—	—
1373		Bacillus sporogenes		II	III	—	—	—
1374		Bacillus oedematis maligni		II	III	—	—	—
1375		Bac. anthracis symptomatici		I	IV	—	—	—
1381	Bacillus coli non fervoris	Clostridium butyricum	Klar	0	II	—	—	—
1382		Bacillus botulinus		0	III	—	—	—
1383		Bacillus sporogenes	Schwache Trübung	0	II	—	—	—
1384		Bacillus oedematis maligni	Klar	III	III	—	—	—
1385		Bac. anthracis symptomatici		III	II	—	—	—
1231	Bacillus annula-tus aureus	Clostridium butyricum	Starke Trübung	0	I	I	II	0
1232		Bacillus botulinus		0	X	X	I	0
1233		Bacillus sporogenes		I	I	?	I	I
1234		Bacillus oedematis maligni		I	?	?	0	0
1235		Bac. anthracis symptomatici		I	I	II	I	0

Fortsetzung zu Tabelle IX.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Mischbouillonkultur (B)	Sporenbildung der Anaëroben in oberen Schichten der Bouillon; in Tagen				
				1	2	3	4	6
1261	Bacillus aus Eiter	Clostridium butyricum	Erst sarke, nach 5 Tagen schwache Trüb.	0	0	I	II	0
1262		Bacillus botulinus		0	0	IV	0	0
1263		Bacillus sporogenes		I	II	II	?	0
1264		Bacillus oedematis maligni		0	I	I	II	0
1265		Bacillus anthracis symptom.		I	I	I	I	0
1361	Vibrio choler. asiacikae	Clostridium butyricum	Schwache Trübung	0	I	IV	—	—
1362		Bacillus botulinus		0	0	III	—	—
1363		Bacillus sporogenes		III	IV	—	—	—
1364		Bacillus oedematis maligni		II	III	—	—	—
1365		Bacillus anthracis symptom.		III	—	—	—	—
1401	Vibrio Metschnikowi	Clostridium butyricum	do.	X	III	—	—	—
1402		Bacillus botulinus		X	III	—	—	—
1403		Bacillus sporogenes		I	III	—	—	—
1404		Bacillus oedematis maligni		I	II	—	—	—
1405		Bacillus anthracis symptom.		0	III	—	—	—
1351	Mikrococcus tetragenus	Clostridium butyricum	do.	0	X	II	—	—
1352		Bacillus botulinus		I	I	III	—	—
1353		Bacillus sporogenes		I	I	IV	—	—
1354		Bacillus oedematis maligni		III	—	—	—	—
1355		Bacillus anthracis symptom.		I	I	IV	—	—

Tabelle X.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Misch-Agar-strichkultur (B)	Sporenbildung der Anaëroben. In Tagen				
				1	2	3	4	6
1396	Bacillus typhosus	Clostridium butyricum	Nicht dicke Auflagerung	I	II	II	—	—
1397		Bacillus botulinus		I	II	—	—	—
1398		Bacillus sporogenes		III	—	—	—	—
1399		Bacillus oedematis maligni		V	—	—	—	—
1400		Bacillus anthracis symptom.		I	II	—	—	—

Fortsetzung zu Tabelle X.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Misch-Agarstrichkultur (B)	Sporenbildung der Anaëroben In Tagen				
				1	2	3	4	5
1336	Bacillus coli comm.	Clostridium butyricum	ziemlilh dicke Auflagerung u. Gasbildung	I	IV	—	—	—
1337		Bacillus botulinus		0	0	0	IV	—
1338		Bacillus sporogenes		III	III	—	—	—
1339		Bacillus oedematis maligni		I	III	—	—	—
1340		Bacillus anthracis symptomat.		0	0	0	I	II
1256	Bacillus acidi lactici	Clostridium butyricum	dünne Aufl	I	III	—	—	—
1257		Bacillus botulinus	dicke Aufl.	V	—	—	—	—
1258		Bacillus sporogenes	dünne Auf-lagerg.	0	III	—	—	—
1259		Bacillus oedematis maligni		V	III	—	—	—
1260		Bacillus anthracis symptomat		X	X	0	III	—
1246	Bacillus proteus vulgaris I	Clostridium butyricum	dicke Auflag.	IV	V	—	—	—
1247		Bacillus botulinus		II	V	—	—	—
1248		Bacillus sporogenes	dünne Auflag.	0	I	II	V	—
1249		Bacillus oedematis maligni		0	0	II	—	—
1250		Bacillus anthracis symptomat.		0	0	0	0	III
1416	Bacillus proteus vulgaris II	Clostridium butyricum	dünne Auf-lagerg.	0	I	—	—	—
1417		Bacillus botulinus		0	II	—	—	—
1418		Bacillus sporogenes		0	II	—	—	—
1419		Bacillus oedematis maligni		I	III	—	—	—
1420		Bacillus anthracis symptomat.		0	I	—	—	—
1316	Bacillus proteus Zopfii	Clostridium butyricum	dünne Aufl.	0	0	II	—	—
1317		Bacillus botulinus	dicke Auflag.	IV	V	—	—	—
1318		Bacillus sporogens		V	—	—	—	—
1319		Bacillus oedematis malignis		V	—	—	—	—
1320		Bacillus anthracis symptomat.	dünne Anfl.	0	III	—	—	—
1206	Bacillus prodigiosus	Clostridium butyricum	mäßsig dicke Auflag.	I	V	—	—	—
1207		Bacillus botulinus		0	V	—	—	—
1208		Bacillus sporogenes	dünneAufl.	0	IV	—	—	—
1209		Bacillus oedematis maligni	mäßsig dicke Auflag.	0	V	—	—	—
1210		Bacillus anthracis symptomat.		?	?	X	?	V

Fortsetzung zu Tabelle X.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Mischstrichagarkultur	Sporenbildung der Anaëroben; in Tagen				
				1	2	3	4	6
1216	Bac. fluorescens liquefac.	Clostridium butyricum	Dicke Auflag.	0	III	—	—	—
1217		Bacillus botulinus		III	—	—	—	—
1218		Bacillus sporogenes		III	—	—	—	—
1219		Bacillus oedematis maligni		IV	—	—	—	—
1220		Bac. anthracis symptomatici		0	III	—	—	—
1326	Theebraunfarb. Bacillus	Clostridium butyricum	Dünne Aufl	0	I	—	—	—
1327		Bacillus botulinus		IV	—	—	—	—
1328		Bacillus sporogenes		IV	—	—	—	—
1329		Bacillus oedematis maligni		V	—	—	—	—
1330		Bac. anthracis symptomatici		III	—	—	—	—
1296	Bac. rubefac. pyogenes	Clostridium butyricum	Dicke Aufl.	0	V	—	—	—
1297		Bacillus botulinus	Mäfsig dick. Aufl.	IV	—	—	—	—
1298		Bacillus sporogenes		X	III	—	—	—
1299		Bacillus oedematis maligni	Dicke Aufl.	X	X	?	II	—
1300		Bac. anthracis symptomatici	Dünne Aufl.	0	X	X	III	—
1226	Bacillus pituitosus	Clostridium butyricum	Dicke Auflag.	0	X	III	—	—
1227		Bacillus botulinus		X	X	0	V	—
1228		Bacillus sporogenes	Mäfsig dick. Aufl.	0	X	III	—	—
1229		Bacillus oedematis maligni		X	X	X	II	—
1230		Bac. anthracis symptomatici	Dünne Aufl.	0	V	—	—	—
1346	Bacillus pyocyaneus	Clostridium butyricum	Dicke Auflag.	II	—	—	—	—
1347		Bacillus botulinus		0	0	0	I	—
1348		Bacillus sporogenes		II	—	—	—	—
1349		Bacillus oedematis maligni		III	—	—	—	—
1350		Bac. anthracis symptomatici		0	0	0	II	—
1286	Bacillus odoratus	Clostridium butyricum	Dicke Auflag.	0	II	—	—	—
1287		Bacillus botulinus		0	III	—	—	—
1288		Bacillus sporogenes	Dünne Aufl.	II	—	—	—	—
1289		Bacillus oedematis maligni	Dicke Auflag.	II	—	—	—	—
1290		Bac. anthracis symptomatici		I	III	—	—	—

Fortsetzung zu Tabelle X.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Misch-Agar-strichkultur (B)	Sporenbildung der Anaëroben. In Tagen				
				1	2	3	4	6
1306	Bacillus aerophilo-similis	Clostridium butyricum	Dicke Aufl.	0	0	0	III	—
1307		Bacillus botulinus		V	V	V	V	—
1308		Bacillus sporogenes		0	X	X	V	—
1309		Bacillus oedematis maligni		0	0	0	V	—
1310		Bac. anthracis symptomatici		V	—	—	—	—
1276	Bacillus lactis innocuus	Clostridium butyricum	Dicke Aufl.	0	IV	—	—	—
1277		Bacillus botulinus		0	III	—	—	—
1278		Bacillus sporogenes		V	—	—	—	—
1279		Bacillus oedematis maligni		0	0	0	V	—
1280		Bac. anthracis symptomatici	Dünn. Aufl.	0	0	0	0	V
1376	Bacillus latericium	Clostridium butyricum	Dünne Aufl.	0	I	—	—	—
1377		Bacillus botulinus		I	I	—	—	—
1378		Bacillus sqorogenes		I	I	—	—	—
1379		Bacillus oedematis maligni		I	I	—	—	—
1380		Bac. anthracis symptomatici		0	I	—	—	—
1386	Bacillus coli non fervoris	Clostridium butyricum	Dünne Aufl.	III	III	—	—	—
1387		Bacillus botulinus		0	II	—	—	—
1388		Bacillus sporogenes		II	III	—	—	—
1389		Bacillus oedematis maligni		V	—	—	—	—
1390		Bac. anthracis symptomatici		0	I	—	—	—
1236	Bacillus annulatus aureus	Clostridium butyricum	Dünn. Aufl.	0	0	III	—	—
1237		Bacillus botulinus	Dicke Aufl.	X	IV	—	—	—
1238		Bacillus sporogenes		V	—	—	—	—
1239		Bacillus oedematis maligni		0	III	—	—	—
1240		Bac. anthracis symptomatici	Dünn. Aufl.	0	III	—	—	—
1266	Bacillus aus Eiter	Clostridium butyricum	Mäfsig dicke Aufl.	II	II	—	—	—
1267		Bacillus botulinus	Dicke Aufl.	V	—	—	—	—
1268		Bacillus sporogenes	Dünne Aufl.	0	0	0	II	III
1269		Bacillus oedematis maligni		X	X	X	V	—
1270		Bac. anthracis symptomatici	Dicke Aufl.	V	—	—	—	—

Fortsetzung von Tabelle X.

Versuchsnummer	Arten der Aëroben	Arten der Anaëroben	Beschaffenheit der Mischagarstrichkultur (B)	Sporenbildung der Anaëroben; in Tagen				
				1	2	3	4	6
1366	Vibrio cholerae asiacicae	Clostridium butyricum	Dünne Auflage	II	II	—	—	—
1367		Bacillus botulinus		0	I	—	—	—
1368		Bacillus sporogenes		X	II	—	—	—
1369		Bacillus oedematis maligni		V	—	—	—	—
1370		Bac. anthracis symptomatici		0	I	—	—	—
1406	Vibrio Metschnikowi	Clostridium butyricum	Dünne Auflage	0	.0	0	I	II
1407		Bacillus botulinus		0	0	II	—	—
1408		Bacillus sporogenes		V	—	—	—	—
1409		Bacillus oedematis maligni		II	III	—	—	—
1410		Bac. anthracis symptomatici		IV	—	—	—	—
1356	Mikrococcus tetragenus	Clostridium butyricum	Ziemlich dünne Auflage	0	II	II	—	—
1357		Bacillus botulinus		0	II	—	—	—
1358		Bacillus sporogenes		0	II	—	—	—
1359		Bacillus oedematis maligni		V	—	—	—	—
1360		Bac. anthracis symptomatici		IV	—	—	—	—

Tabelle XI.

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Temperatur °C.	Verweilen im Brütschranke und unter Wasserstoff	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Bemerkung
				sofort	1	2	3	4	6	
a. Clostridium butyricum.										
18	Bouillon	18	28 Tage	0	0	0	0	—	—	Mikroskopisch Involutionsformen
54		20	28 ›	?	?	?	?	?	?	
1024		34	3 ›	I	III	—	—	—	—	Schwache Trübung
720		34	4 ›	III	IV	—	—	—	—	Starke Trübung
50		34	10 ›	?	I	I	II	II	—	Mäfsige Trübung
51	2% T.-Zucker-Bouill.	20	28 ›	0	0	I	?	—	—	Meist Involutionsformen
267		34	4 ›	II	II	—	—	—	—	Schwache Trübung
218	Gewöhnliche Gelatine	22	5 ›	0	0	0	—	—	—	Makroskopisch klar
47		22	15 ›	I	III	—	—	—	—	Üppige Entwicklung
40		22	26 ›	IV	IV	—	—	—	—	Sehr üppige Entwicklung und oft Involutionsformen
548		34	1 ›	0	I	—	—	—	—	Schwache Entwicklung und Gasbildung
43		34	2 ›	IV	—	—	—	—	—	Starke Entwicklung und Gasbildung
358	2% T.-Zucker-Gelatine	21	6 ›	0	0	0	0	II	III	Starke Entwicklung und Gasbildung
357		20	7 ›	0	0	X	X	II	III	
42		22	10 ›	X	IV	—	—	—	—	
52		22	16 ›	III	V	—	—	—	—	
219		34	1 ›	III	IV	—	—	—	—	Sehr üppige Entwicklung und Gasbildung
b. Bacillus botulinus.										
5	Bouillon	22	5 Tage	0	0	0	0	—	—	Schwache Trübung
1460		24	32 ›	X	IV	—	—	—	—	Trübung mit Bodensatz
27		22	38 ›	X	I	I	III	IV	—	Mäfsig starke Trübung
8		22	60 ›	?	?	?	?	?	—	Mikroskopisch nur Involutionsformen
12		34	5 ›	0	0	0	–	—	—	Starke Trübung
141		34	8 ›	III	III	—	—	—	—	
133	Gewöhnl. Gelatine	22	2 ›	0	I	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
132		22	5 ›	I	II	—	—	—	—	Verflüssigung und Gasbildung
577		34	1 ›	III	—	—	—	—	—	Trübung
131	2% T.-Zucker-Gelatine	22	23 ›	0	0	X	X	II	—	Verflüssigung und Gasbildung
461		22	25 ›	IV	—	—	—	—	—	
463		22	27 ›	IV	—	—	—	—	—	
1612		34	21 Std.	0	I	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1651		34	23 ›	I	III	—	—	—	—	

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Temperatur °C.	Verweilen im Brutschranke und unter Wasserstoff	Intensität der Sporenbildung, Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Bemerkung
				sofort	1	2	3	4	6	
				c. Bacillus sporogenes.						
9	Bouillon	22	4 Tage	0	0	I	I	—	—	Starke Trübung
104		22	20 »	0	0	0	0	0	?	Mäfsige Trübung
103		22	28 »	0	0	0	?	?	II	
1489		24	32 »	IV	—	—	—	—	—	Schwache Trübung
25		22	38 »	0	0	0	0	0	0	
4		34	4 »	0	0	II	—	—	—	
125		34	8 »	I	II	—	—	—	—	Starke Trübung
126		34	9 »	IV	IV	—	—	—	—	
105	2% T.-Zucker-Bouillon	22	20 »	0	0	0	—	—	—	Mäfsige Trübung
102		22	28 »	0	?	?	?	?	?	Klar mit Bodensatz
730		34	3 »	0	I	I	I	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
248		34	4 »	I	IV	—	—	—	—	
108	Gewöhnl. Gelatine	22	5 »	0	0	I	I	II	—	Schwache Entwicklung
113		22	20 »	0	0	0	II	—	—	Verflüssigung und Gasbildung
107		22	23 »	0	0	I	?	V	—	
609		34	1 »	IV	V	—	—	—	—	Klar
119		34	2 »	IV	—	—	—	—	—	Starke Trüb. u. Gasbild.
123	2% Traubenzuckergelatine	22	5 »	I	IV	—	—	—	—	Starke Verflüss. u. Gasbild.
502		20	13 »	0	0	0	III	—	—	Sehr schwache Entwickl.
503		21	20 »	II	III	—	—	—	—	Verflüssigung u. Gasbild.
1680		34	14 Std.	0	—	—	—	—	—	Mikroskop. Entwickl.
1681		34	22 »	I	—	—	—	—	—	
				d. Bacillus anthracis symptomatici.						
159	Bouillon	22	8 Tage	0	0	II	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
1546		22	32 »	III	V	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
203		34	8 »	IV	V	—	—	—	—	Starke Entwicklung
200	Gewöhnl. Gelatine	22	5 »	0	0	I	—	—	—	Makrosk. kein Wachstum
60		16	10 »	0	0	I	III	—	—	Verflüssigung u. Gasbild.
668		34	1 »	II	—	—	—	—	—	Makrosk. kein Wachstum
76		34	2 »	IV	—	—	—	—	—	Starke Entwickl. u. Gasb.
398	2% Traubenzuckergelatine	21	24 »	IV	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
396		20	25 »	IV	—	—	—	—	—	
71		22	26 »	?	0	II	—	—	—	Verflüssigung der Gelatine
1732		22	28 »	IV	—	—	—	—	—	
1734		34	14 Std.	I	—	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
1731		34	23 »	I	III	—	—	—	—	

Versuchsnummer	Nährsubstrat	Temperatur °C.	Verweilen im Brutschranke und unter Wasserstoff	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt						Bemerkung
				sofort	1	2	3	4	6	
										e. Bacillus oedematis maligni.
7	Bouillon	22	4 Tage	0	0	0	0	I	I	Ziemlich starke Entwicklung
1		22	6 »	0	I	—	—	—	—	
2		22	8 »	0	I	—	—	—	—	
15		22	15 »	X	II	—	—	—	—	Klar mit Bodensatz
92		22	28 »	?	?	?	?	—	—	Mäßige Entwicklung
1534		24	32 »	III	III	—	—	—	—	Klar mit Bodensatz
24		22	38 »	II	II	—	—	—	—	Schwaches Wachstum
1110		34	3 »	0	IV	—	—	—	—	Üppige Entwickl. und Gasbildung
3		34	4 »	0	0	I	I	—	—	
816		34	4 »	I	II	—	—	—	—	Schwache Trübung mit Bodensatz
79		34	6 »	II	III	—	—	—	—	
91	2% Tr.-Zucker-Bouillon	22	28 »	0	0	0	I	I	I	Klar mit Bodensatz
82		34	2 »	0	—	—	—	—	—	Starke Trübung
806		34	3 »	III	IV	IV	—	—	—	
148	Gewöhnl. Gelatine	22	2 »	0	II	III	—	—	—	Schwache Entwicklung
151		22	3 »	I	III	—	—	—	—	Spurweise Verflüssig. d. Gelat.
158		22	4 »	III	IV	—	—	—	—	Starke Verflüssigung der Gelatine und Gasbildung
156		22	5 »	V	—	—	—	—	—	
157		22	6 »	V	—	—	—	—	—	
28		21	11 »	V	—	—	—	—	—	
29		21	16 »	V	—	—	—	—	—	
30		21	20 »	V	—	—	—	—	—	
31		21	25 »	V	—	—	—	—	—	
639		34	1 »	0	IV	—	—	—	—	Schwache Entwicklung
88		34	2 »	IV	—	—	—	—	—	Starke Entwickl. u. Gasb.
300	2% Traub.-Zucker-Gelatine	20	6 »	0	0	0	0	I	III	Verflüssigung der Gelatine und Gasbildung
299		21	6 »	0	0	0	0	II	III	
419		20	13 »	II	III	—	—	—	—	
418		21	13 »	II	III	—	—	—	—	
93		22	23 »	I	II	II	III	IV	—	
194		34	1 »	I	III	—	—	—	—	Starke Trüb. u. Gasbildg.
36	Gewöhnl. Agar	22	20 »	III	—	—	—	—	—	Üppige Entwicklung
37		22	25 »	III	—	—	—	—	—	
10		22	30 »	III	—	—	—	—	—	
16		34	3 »	II	—	—	—	—	—	

Tabelle XII.

a. Clostridium butyricum.

Versuchsnummer	Temperatur	Anzahl der Stunden, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung; Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt				Wachstum
			sofort	1	2	4	
1862	50° C	48 Stunden	0	0	—	—	Keine Entwicklung
1863	50° C	72 »	0	0	—	—	
1621	ca. 47° C	26 »	0	0	—	—	
1622	ca. 47° C	38 »	0	0	—	—	
1861	ca. 45,5° C	18 »	0	II	—	—	Mikroskop. Entwicklung
1620	ca. 45,5° C	20½ »	I	II	—	—	
1619	ca. 45,5° C	24 »	I	II	—	—	
1860	ca. 41,5° C	12 »	0	II	—	—	
1618	ca. 41,5° C	14 »	II	—	—	—	
1617	ca. 41,5° C	18½ »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
1859	ca. 38° C	14 »	II	—	—	—	Mikroskop. Entwicklung
1603	ca. 38° C	18 »	II	—	—	—	Sehr schwache Entwickl.
1602	ca. 38° C	24 »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
1623	ca. 35° C	14 »	0	—	—	—	Mikroskop. Entwicklung
1572	ca. 35° C	18 »	II	—	—	—	
558	34° C[1]	16 »	X	III	—	—	
1572	34° C	18 »	II	IV	—	—	
1894	27° C	48 »	0	I	IV	—	Schwache Entwicklung
1895	27° C	5 Tage	II	—	—	—	Ziemlich üppige Entwicklung
218	22° C	5 »	0	0	0	—	
42	22° C	10 »	X	IV	—	—	
47	22° C	15 »	II	III	—	—	
52	22° C	16 »	III	V	—	—	
358	21° C	6 »	0	0	0	II	
19	21° C	24 »	III	—	—	—	
357	20° C	7 »	0	0	X	II	Schwache Entwicklung
1896	17° C	28 »	I	—	—	—	Mikroskop. Entwicklung
1874	16° C	30 »	0	0	0	0	
1875	14° C	38 »	0	0	0	0	Kein Wachstum
1876	12° C	60 »	0	0	—	—	
1877	ca. 0° C	60 »	0	0	—	—	

[1]) 2 proz. Traubenzucker-Fleischpeptongelatine (ohne Kochsalz).

b. Bacillus botulinus.

Versuchsnummer	Temperatur	Anzahl der Stunden, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl nach Öffnung der H-Kultur u. bei Luftzutritt.				Wachstum
			sofort	1	2	4	
1867	50° C.	48 Std.	0	0	0	0	Kein Wachstum
1868	» »	72 »	0	0	0	0	
1644	ca. 47° C.	26 »	0	0	0	0	
1645	» »	38 »	0	0	0	0	
1866	» »	72 »	0	0	0	0	
1643	ca. 45,5° C.	18 »	0	II	—	—	Schwaches Wachstum
1642	» »	21 »	II	—	—	—	
1865	ca. 41,5° C.	8 »	0	—	—	—	Mikroskopische Entwicklung
1640	» »	12 1/2 »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
1641	» »	19 »	I	—	—	—	
1864	ca. 38° C.	13 »	II	—	—	—	
1639	» »	18 »	IV	—	—	—	
1638	» »	24 »	II	—	—	—	
1646	ca. 35° C.	14 »	0	—	—	—	
1652	» »	21 »	0	I	—	—	
1651	» »	23 »	I	III	—	—	
588	34° C.[1]	16 »	I	V	—	—	
732	» »[1]	24 »	II	V	—	—	Üppige Entwicklung
1897	27° C.	5 Tage	X	IV	—	—	Üppige Entwicklung mit Gasblasen
1898	» »	10 »	II	IV	—	—	
131	22° C.	23 »	0	0	X	II	
461	» »	25 »	IV	—	—	—	
463	» »	27 »	IV	—	—	—	
462	19—20° C.	25 »	IV	—	—	—	Schwache Entwicklung und Gasbildung
1901	17° C.	38 »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
1902	16° »	38 »	I	—	—	—	
1869	14° »	40 »	0	—	—	—	Mikroskopische Entwicklung
1870	12° »	60 »	0	—	—	—	
1871	8° »	60 »	0	—	—	—	Kein Wachstum
1872	ca. 0° »	60 »	0	—	—	—	

[1]) 2proz. Traubenzucker-Fleischpeptongelatine.

c. Bacillus sporogenes.

Versuchsnummer	Temperatur	Anzahl der Stunden, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung; Tageanzahl, nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt				Wachstum
			sofort	1	2	4	
1915	50° C	38 Stunden	0	0	0	—	Kein Wachstum
1916	50° C	72 »	0	0	0	—	
1678	ca. 47° C	26 »	0	0	I	—	Mikroskop. Entwicklung
1679	ca. 47° C	38 »	I	II	—	—	Sehr schwache Entwickl.
1914	ca. 45,5° C	18 »	0	II	—	—	
1677	ca. 45,5° C	20½ »	I	II	—	—	
1676	ca. 45,5° C	24 »	I	III	—	—	
1913	ca 41,5° C	8 »	0	II	—	—	Mikroskop. Entwicklung
1675	ca. 41,5° C	14 »	II	—	—	—	
1674	ca. 41,5° C	18½ »	I	II	—	—	
1912	ca. 38° C	10 »	0	III	—	—	
1673	ca. 38° C	18 »	IV	V	—	—	Schwache Entwicklung
1672	ca. 38° C	24 »	III	V	—	—	
1680	ca. 35° C	14 »	0	IV	—	—	Mikroskop. Entwicklung
1681	ca. 35° C	22 »	I	—	—	—	
619	34° C [1]	16 »	I	IV	—	—	Schwache Entwicklung
1908	27° C	4 Tage	X	IV	—	—	
1909	27° C	5 »	II	—	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
123	22° C	5 »	I	IV	—	—	
503	21° C	20 »	II	III	—	—	
502	20° C	13 »	0	0	0	III	Sehr schwache Entwickl.
1911	20° C	20 »	II	—	—	—	
1912	19° C	30 »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
1882	17° C	38 »	I	—	—	—	
1883	16° C	38 »	I	—	—	—	
1884	14° C	50 »	0	0	0	0	Mikroskop. Entwicklung
1885	12° C	60 »	0	0	0	0	Kein Wachstum
1886	ca. 0° C	60 »	0	0	0	0	

[1] 2 % Traubenzuckerfleischpeptongelatine.

d. Bacillus oedematis maligni.

Versuchsnummer	Temperatur	Anzahl der Std. in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität d. Sporenbild. Tageanzahl, n. Öffnung d. H-Kultur und bei Luftzutritt				Wachstum
			sofort	1	2	4	
1919	50° C.	38 Std.	0	0	—	—	Kein Wachstum
1918	50° C.	72 »	0	0	—	—	
1695	ca. 47° C.	26 »	0	0	—	—	Mikroskopische Entwicklung
1696	ca. 47° C.	38 »	I	I	—	—	
1698	ca 45,5°C.	14 »	0	I	—	—	
1694	ca. 45,5°C.	18 »	I	—	—	—	
1693	ca. 45,5°C.	21 »	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1699	ca. 41,5°C.	12 »	0	I	—	—	Mikroskopische Entwicklung
1692	ca. 41,5°C.	14 »	II	—	—	—	
1691	ca. 41,5°C.	18½ »	I	—	—	—	Schwache Trübung
1700	ca. 38° C.	14 »	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1690	ca. 38° C.	18 »	II	—	—	—	Ziemlich üppige Entwicklung
1689	ca. 38° C.	24 »	III	—	—	—	
1701	ca. 35° C.	12 »	0	II	—	—	Makroskopisch klar
1697	ca. 35° C.	14 »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
194	ca. 35° C.	24 »	I	III	—	—	Starke Entwicklung und Gasbildung
1905	27° C.	24 »	0	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1906	27° C.	48 »	0	—	—	—	Schwache Entwicklung
1907	27° C.	60 »	I	III	—	—	Mäfsige Entwicklung
148	22° C.*)	48 »	0	II	—	—	Schwache Entwicklung
151	22° C.*)	72 »	I	III	—	—	Mäfsige Entwicklung
158	22° C.*)	96 »	III	IV	—	—	Üppige Entwicklung und Gasbildung
418	21° C.	13 Tage	II	—	—	—	Mäfsige Entwicklung
419	20° C.	13 »	II	—	—	—	Üppige Entwicklung
1910	19° C.	13 »	II	—	—	—	Schwache Entwicklung
1888	17° C.	20 »	I	—	—	—	
1889	16° C.	28 »	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1890	14° C.	35 »	0	0	0	0	Mikroskopische Entwicklung
1891	12° C.	60 »	0	0	0	0	Kein Wachstum
1892	ca. 0° C.	60 »	0	0	0	0	

*) Gewöhnliche Gelatine.

e. Bacillus anthracis symptomaticis.

Versuchsnummer	Temperatur	Anzahl der Stunden, in welchen sie sich unter H entwickeln	Intensität der Sporenbildung. Tageanzahl nach Öffnung der H-Kultur und bei Luftzutritt				Wachstum
			sofort	1	2	4	
1851	50° C.	48 Std.	0	0	0	—	
1852	» »	72 »	0	0	0	—	
1732	ca. 47° C.	26 »	0	0	0	—	Kein Wachstum.
1733	» »	36 »	0	0	0	—	
1857	» »	72 »	0	0	0	—	
1856	ca. 45,5° C.	14 »	0	I	—	—	Mikroskopisch klar
1731	» »	19 »	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1730	» »	21 »	I	—	—	—	
1855	ca. 41,5° C.	10 »	0	—	—	—	Makroskopisch klar
1718	» »	12½ »	IV	—	—	—	
1720	» »	14 »	I	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1719	» »	19 »	III	—	—	—	
1854	ca. 38° C.	14 »	II	—	—	—	Mikroskopische Entwicklung
1714	» »	18 »	III	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1713	» »	24 »	IV	—	—	—	Schwache Entwicklung
1858	ca. 35° C.	8 »	0	II	—	—	Mikroskopisch klar
1734	» »	14 »	I	—	—	—	
1735	» »	22 »	I	—	—	—	Schwache Entwicklung
1741	» »	23 »	I	III	—	—	
681	34° C.[1]	16 »	III	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
822	34° C.[1]	24 »	III	—	—	—	
1899	27° »	10 Tage	V	—	—	—	
1900	22° »	24 »	IV	—	—	—	
398	21° »	24 »	IV	—	—	—	Mäſsige Entwicklung
396	20° »	25 »	IV	—	—	—	
397	19° »	25 »	IV	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1903	17° »	38 »	II	—	—	—	
60	16° »	10 »	0	0	I	III	Schwache Entwicklung
1904	» »	38 »	II	—	—	—	
1873	14° »	10 »	0	—	—	—	Sehr schwache Entwicklung
1879	» »	38 »	I	—	—	—	
1880	12° »	60 »	0	0	0	0	Mikroskopische Entwicklung
1881	8° »	60 »	0	0	0	0	Kein Wachstum
1882	ca. 0° »	60 »	0	0	0	0	

[1]) 2 proz. Traubenzucker-Fleischpeptongelatine.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Clostridium butyricum, 10 Tage alte Kolonie auf Gelatineplatte unter Wasserstoff. Vergröfserung = 50 linear.

Fig. 2. Dasselbe, $2\frac{1}{2}$ Tage alte 2 proz. Traubenzucker-Agarstrichkultur bei 34° C. und unter Wasserstoff. Vergröfserung = 0 linear.

Fig. 3. Dasselbe, 16 Tage alte 2 proz. Traubenzucker-Agarstrichkultur bei Zimmertemperatur und im Vacuum bei 0,008 ccm Sauerstoffgehalt in 2620 ccm Glockenrauminhalt (S. Versuch 968 in Tabelle VIII f.). Vergröfserung = 0 linear.

Fig. 4. Bacillus sporogenes, Nährboden u. s. w. wie bei Fig. 3.

Tafel II.

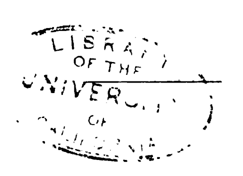
Fig. 5. Bacillus X, 3 Tage alte Kolonie auf Gelatineplatte bei Luftzutritt. Vergröfserung = 50 linear.

Fig. 6. Bacillus anthracis symptomatici, $2\frac{1}{2}$ Tage alte 2 proz. Traubenzucker-Agarstrichkultur bei 34° C. und unter Wasserstoff. Vergröfserung = 0 linear.

Fig. 7. Derselbe, 12 Tage alte 2 proz. Traubenzucker-Agarstrichkultur bei Zimmertemperatur und im Vacuum bei 0,000 000 44 ccm Sauerstoff- und 620 ccm Wasserstoffgehalt in 2275 ccm Glockenrauminhalt (vgl. Versuch 969 in Tabelle VIII f.). Vergröfserung = 0 linear.

Fig. 8. Bacillus oedematis maligni, Nährboden u. s. w. wie bei Fig. 6.

Fig. 9. Derselbe, Nährboden u. s. w. wie bei Fig. 7.



Lebenslauf.

Ich, Teïsi Matzuschita, wurde zu Kagoshima in Nippon am 9. Juni 1875 als zweiter Sohn des praktischen Arztes Bunïchi Matzuschita und der Masa-ko Matzuschita (geb. Hashiguchi) geboren. Ich bekenne mich zu der Religion des Buddhismus.

Vom Jahre 1886 an besuchte ich das Gymnasium zu Kagoshima, das ich im Jahre 1891 mit dem Zeugnis der Reife verliefs. Alsdann absolvierte ich im Jahre 1895 die medizinische Abteilung der Kaiserl. V. Hochschule zu Nagasaki und erhielt dort die Approbation als Arzt.

Seit 1898 in Deutschland, gehörte ich als Student den Universitäten Freiburg i. B. Mai 1898—1899, Giefsen 1899—1900, Halle 1900 bis Dezember 1901 an. Hier bestand ich am 5. Mai 1902 das Rigorosum.

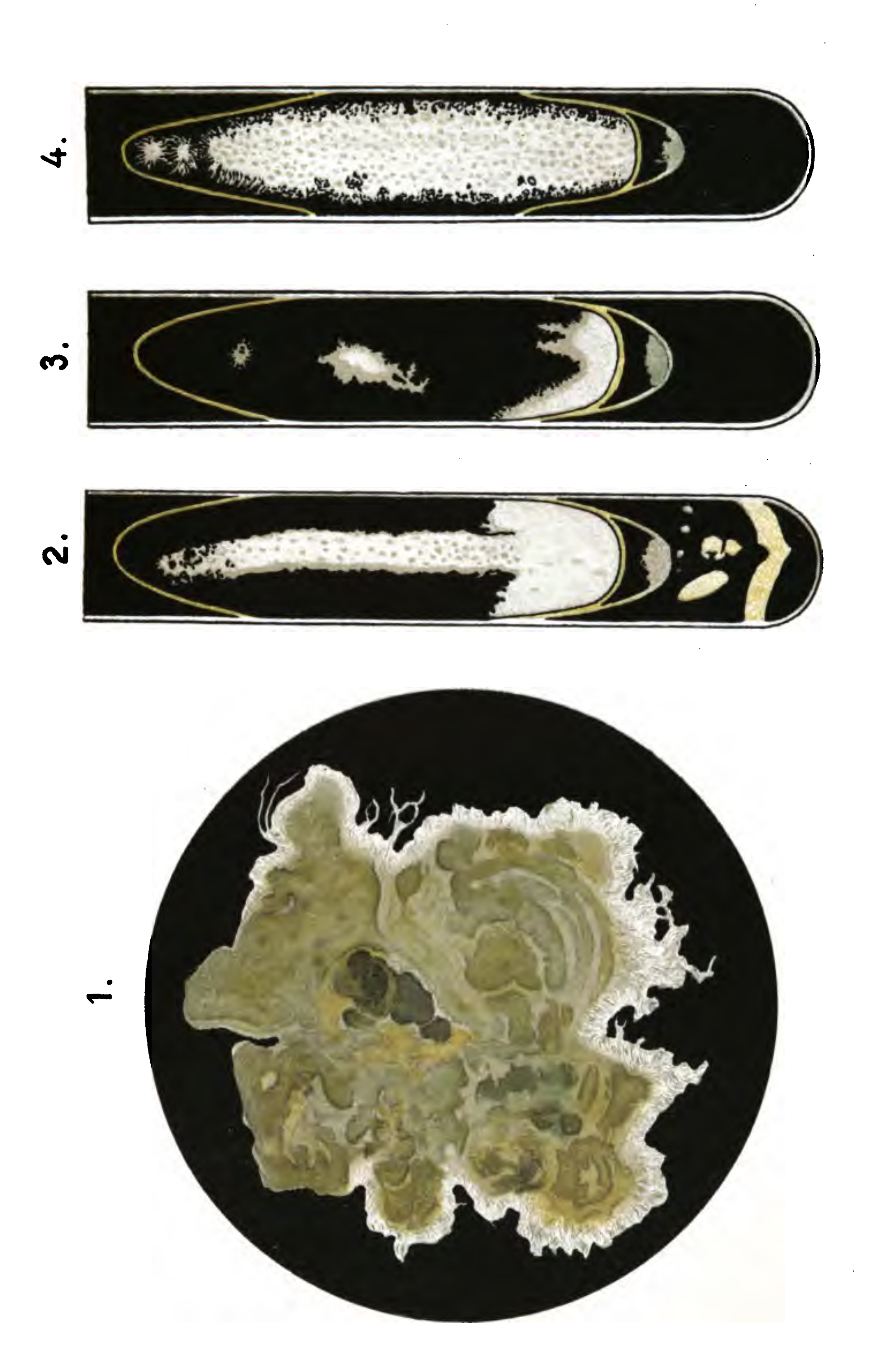
Während meiner Studienzeit in Deutschland hörte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren:

In Freiburg: Oltmanns, Schottelius.

In Giefsen: Gaffky, Hansen, Spengel, Wien.

In Halle: Haym, Klebs, Vaihinger.

Allen diesen meinen verehrten Lehrern sage ich aufrichtigen Dank.



Verlag von R. Oldenbourg in München.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

9.



8.



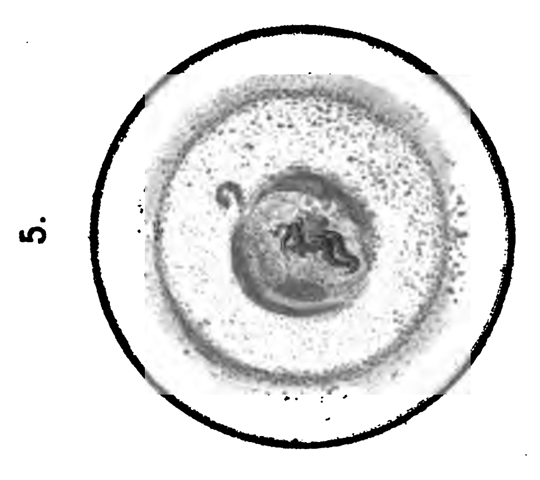
7.



6.



5.



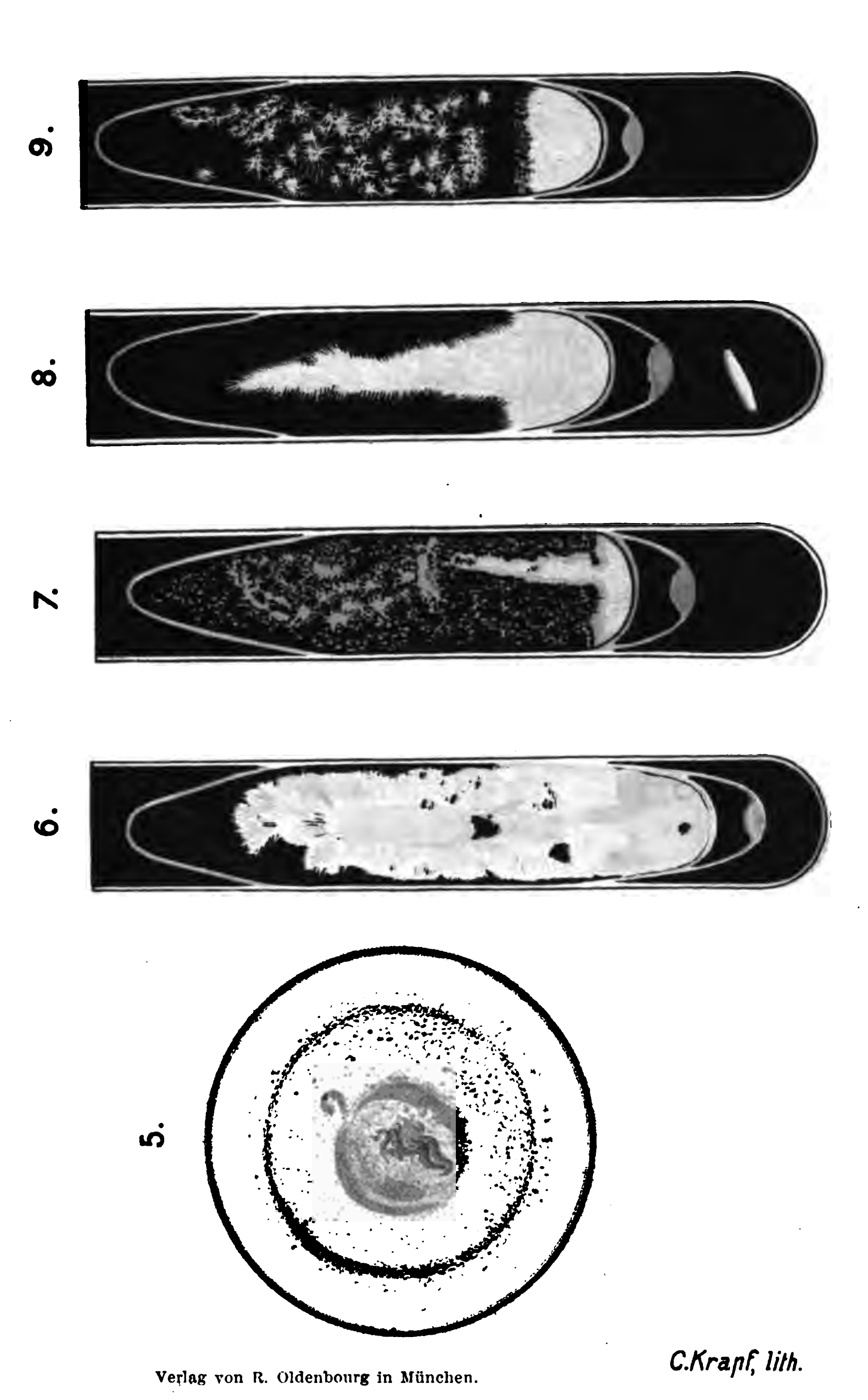
Verlag von R. Oldenbourg in München.

C.Krapf, lith.



Verlag von R. Oldenbourg in München.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA



Verlag von R. Oldenbourg in München.

C. Krapf, lith.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

